

PENGARUH SERAT SELULOSA ASETAT FILTER ROKOK TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN AC-WC

MUHAMMAD AMINSYAH

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas.

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

Naskah diterima : 30 November 2025. Disetujui: 13 Desember 2025. Diterbitkan : 14 Desember 2025

ABSTRAK

Peningkatan lalu lintas di Indonesia berupa naiknya volume dan berat kendaraan. Dibutuhkan kualitas konstruksi jalan yang baik yaitu stabilitas yang tinggi. Aditif dalam campuran aspal digunakan untuk meningkatkan kualitas campuran. Salah satu bentuk aditif yang dapat digunakan adalah serat selulosa yang ada pada filter rokok. Filter rokok menghasilkan limbah yang berdampak kepada lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat selulosa acetate filter rokok dan kadar optimumnya dalam campuran AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Coarse). Metode Marshall digunakan pada penelitian ini. Limbah filter rokok sebesar 3%, 5%, 7%, dan 9% ditambahkan pada aspal. Hasil penelitian berupa persentase optimal limbah filter rokok sebesar 7%, dengan nilai stabilitas 2804,14 kg dan nilai MQ 477,26 kg/mm. Penambahan filter rokok pada aspal menghasilkan naiknya nilai berat jenis dan turunnya nilai penetrasi aspal.

Kata kunci : Selulosa Asetat, Campuran AC-WC, Limbah Filter Rokok

1. PENDAHULUAN

Menurut BPS (2025) jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menyebabkan peningkatan lalu lintas, berupa naiknya volume dan peningkatan berat kendaraan. Seiring dengan hal tersebut dibutuhkan kualitas konstruksi lapisan jalan dengan mutu yang baik.

Lapisan permukaan jalan yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan dan menerima beban adalah lapisan aus atau wearing course. Lapisan ini mempunyai stabilitas tinggi dan kedap air. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi menuntut stabilitas yang lebih tinggi (Sukirman, 1999).

Stabilitas yang tinggi didapatkan dari kinerja campuran yang baik antara agregat dengan aspal. Untuk meningkatkan kinerja campuran aspal dapat menggunakan aditif anti stripping, fatty amine, fiber, finyl acetate, dan polymer (Lavin, 2003).

Salah satu bentuk acetate yang sudah digunakan dalam campuran aspal adalah serat selulosa acetate. Serat selulosa aasetat sudah digunakan juga sebagai filter rokok. Selulosa aasetat yang terkandung dalam filter rokok memiliki sifat termoplastik, tahan terhadap panas dan tekanan. Pada kenyataannya sekarang ini filter rokok merupakan salah satu jenis sampah yang menjadi limbah. Untuk mengurangi limbah filter rokok tersebut, maka limbah filter rokok dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada campuran aspal.

Liu dkk. (2021) menggunakan selulosa daur ulang dari puntung rokok sebagai stabilizer (fiber) dalam campuran SMA. Karakteristik selulosa yang diperiksa (SEM, TGA, FTIR) dan kinerja campuran berupa stabilitas volumetrik, stabilitas temperatur, moisture stability, fatigue. Hal ini menunjukkan bahwa cellulose acetate dari filter rokok dapat menggantikan fiber sintetis. Rahman dkk. (Rahman et al., 2020) meneliti modifikasi bitumen dengan fiber dari puntung rokok yang hasilnya menunjukkan bahwa CB-fiber dapat meningkatkan sifat fisik dan rheologis bitumen dan cocok digunakan dalam SMA. Hal ini menunjukkan bahwa filter rokok dapat dipakai sebagai fiber modifier/asphalt additive.

Guo dkk (2023) dalam penelitiannya menyatakan efektivitas penggunaan serat dalam perkerasan aspal dan pentingnya mengoptimalkan metode pencampuran, ukuran, dan dosis serat untuk mencapai kinerja yang lebih sesuai. Jin dkk (2019) menghasilkan data uji Marshall dan uji rutting campuran aspal biasa sebagai perbandingan, terbukti bahwa puntung rokok sebagai modifikator baru dalam campuran aspal memiliki prospek dan ruang pengembangan yang luas. Jin dkk (Jin et al., 2019) melakukan studi mengenai potensi daur ulang puntung rokok dalam campuran aspal, yang memberikan keuntungan teknis untuk pengembangan lebih lanjut metode daur ulang berkelanjutan untuk limbah rokok ini.

Hadhinata dkk (2025) dalam tulisannya mengatakan pengelolaan dan pengolahan sampah sangat penting untuk dilakukan. Salah satu cara untuk mencapainya adalah dengan menggunakan bahan sampah ke dalam campuran aspal mastic batu (SMA). Dari hasil penelitian Siregar (2024) diketahui bahwa penambahan limbah filter rokok pada campuran aspal memberikan pengaruh pada sifat propertis aspal yakni peningkatan nilai titik lembek dan berat jenis serta penurunan nilai penetrasi aspal. Juga mempengaruhi nilai parameter Marshall seperti peningkatan pada nilai stabilitas, VFA, dan nilai MQ.

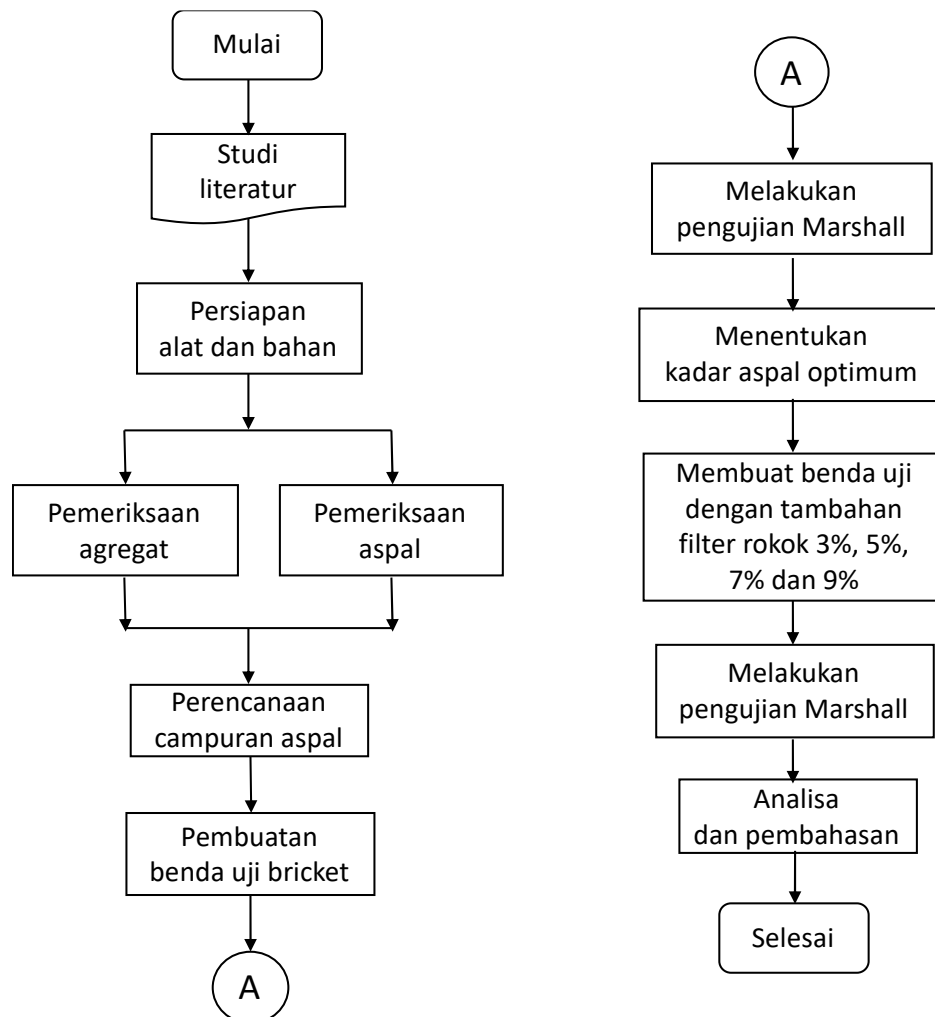
Hasan dkk (2018) dalam penelitiannya menggunakan persentase filter rokok 2%, 3%, dan 4% disubstitusikan ke dalam aspal, yang mendapatkan bahwa penggunaan filter rokok sebesar 4% dalam campuran aspal meningkatkan nilai stabilitas dan MQ campuran. Aminsyah (2025) mendapatkan penambahan 0,3% fiber selulosa dalam campuran binder aspal menaikkan durabilitas campuran 1,5 kali. Berdasarkan studi sebelumnya, pada penelitian ini dilakukan kajian menggunakan persentase filter rokok 3%, 5%, 7%, dan 9% dalam campuran wearing course dengan agregat berasal dari batang Kuranji kota Padang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat selulosa acetate filter rokok dan kadar optimumnya dalam campuran AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Coarse).

2. METODA PENELITIAN

Metoda penelitian ini berupa pengumpulan data eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Teknik Jalan Raya, Departemen Teknik Sipil Universitas Andalas. Metoda eksperimental yang digunakan adalah metoda Marshall berdasarkan SNI 06-2489-1991.

Gambar 1 memperlihatkan diagram alir metoda penelitian



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian pengaruh serat selulosa asetat filter rokok pada campuran AC-WC

2.1. Pemeriksaan Aspal

Pemeriksaan aspal meliputi pemeriksaan berat jenis, penetrasi, titik nyala, dan titik bakar. Berat jenis aspal adalah perbandingan berat aspal terhadap air suling pada volume dan suhu tertentu. Penetrasi aspal diuji dengan jarum penetrasi menggunakan beban tertentu pada suhu dan waktu tertentu. Titik nyala merupakan suhu terendah saat terlihat nyala singkat dipermukaan benda uji aspal. Titik bakar adalah suhu terendah saat nyala singkat minimal lima detik pada permukaan benda uji aspal (Krebs & Walker, 1971).

2.2. Pemeriksaan Agregat

Propertis agregat yang diuji meliputi berat jenis, penyerapan, berat isi, keausan, dan kelekatan agregat terhadap aspal. Dalam pengujian berat jenis agregat meliputi agregat kasar dan halus untuk mendapatkan berat jenis kering, kering permukaan, semu dan penyerpan. Perbandingan berat agregat terhadap volumenya menghasilkan berat isi agregat. Nilai keausan agregat didapat dari pengujian menggunakan alat Los Angeles abrasi. Pengujian kelekatan agregat pada aspal adalah untuk mengetahui persentase luas permukaan bahan agregat yang dapat ditutupi oleh aspal.

Pemeriksaan agerat dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan material sebagai penyusun campuran dan pemeriksaan juga berpengaruh pada penentuan proporsi campuran (Collis & Fox, 1985).

2.3. Penyiapan Filter Rokok

Filter rokok yang didapat dari sampah dipersiapkan melalui beberapa tahap pengerjaan. Pertama filter rokok dilepaskan dari bungkus kertasnya. Kemudian dicuci dengan air bersih beberapa kali sampai warna filter rokok mendekati putih. Selanjutnya dikeringkan dengan suhu ruang. Ukuran filter rokok yang digunakan adalah sesuai ukuran filter rokok yang didapat dari sampah tanpa perlu dipotong.

2.4. Pembuatan Campuran Benda Uji

Benda uji campuran terdiri dari agregat kasar dan halus, bahan pengisi dan aspal. Setiap bagian campuran, persentasenya sesuai persyaratan spesifikasi yang digunakan yaitu Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) (Dirjen Bina Marga, 2018).

Limbah filter rokok berperan sebagai aditif campuran pada penelitian ini. Filter rokok adalah serat selulosa asetat yang menjadi sampah setelah digunakan. Pemanfaatannya dapat mengurangi sampah dan menjadi bahan aditif yang murah. Diharapkan aditif ini dapat meningkatkan stabilitas campuran aspal. Aditif juga dapat berperan menjadi bahan anti stripping dalam campuran (Aminsyah, 2014).

Agregat kasar dan halus adalah batu pecah yang berasal dari sekitar kota Padang. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70.

Benda uji untuk mendapatkan kadar aspal optimum berjumlah 15 buah dengan 5 persentase kadar aspal berbeda. Dengan kadar aspal optimum dibuat benda uji menggunakan substitusi 4 kadar filter rokok, yaitu 3 %, 5 %, 7 %, dan 9 % terhadap aspal dalam campuran. Masing masingnya dibuat 3 benda uji, sehingga jumlahnya 12 benda uji.

2.5. Analisis Karakteristik Campuran

Benda uji untuk kadar aspal optimum dan bend uji yang menggunakan aditif filter rokok diuji dengan mengikuti prosedur metoda Marshall. Pengujian ini menghasilkan volume rongga dalam campuran dan nilai stabilitas dan kelelahan campuran (Badan Standardiasi Nasional, 1991).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Hasil pemeriksaan sifat fisik agregat di laboratorium ditampilkan pada **Tabel 1**. Nilai hasil pemeriksaan sifat fisik agregat memenuhi sesuai dengan persyaratan.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan sifat fisik agregat dan kesesuaiannya terhadap persyaratan spesifikasi AC-WC

No.	Pemeriksaan Agregat	Hasil Pemeriksaan	Syarat Min	Syarat Max
1.	Berat Jenis Agregat Kasar	2,58	2,5	-
2.	Penyerapan Agregat Kasar	1,82%	-	3,0
3.	Berat Jenis Agregat Halus	2,62	2,5	-
4.	Penyerapan Agregat Halus	2,63%	-	3,0
5.	Keausan Agregat	25,5%	-	40,0
6.	Kelekatan agregat terhadap aspal	>95%	95%	-

3.2. Pemeriksaan Aspal

Hasil pemeriksaan aspal di laboratorium ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Pengaruh variasi persentase limbah filter rokok terhadap sifat fisik aspal penetrasi 60/70

No	Sifat Fisis Aspal	Satuan	Variasi Persentasi Limbah Rokok					Persyaratan
			0%	3%	5%	7%	9%	
1	Berat Jenis		1,033	1,042	1,048	1,055	1,061	≥1,00
2	Penetrasi	(0,1 mm)	65,20	61,60	58,00	54,60	51,80	50-70
3	Titik Nyala	°C	293	274	268	251	246	≥232°C
4	Titik Bakar	°C	327	302	284	278	261	≥232°C

Dari **Tabel 2** penggunaan limbah filter rokok kedalam aspal mengakibatkan bertambahnya berat jenis aspal. Berat jenis aspal tertinggi diperoleh pada substitusi limbah filter rokok 9% yaitu sebanyak 1,061 gr/cm³.

Nilai penetrasi terus menurun seiring dengan meningkatnya kadar substitusi limbah filter rokok ke dalam aspal dengan nilai yang masih dalam batas spesifikasi yang di syaratkan. Nilai penetrasi terendah untuk penggunaan limbah filter rokok didapat pada substitusi sebanyak 9% dengan nilai penetrasi sebesar 51,80.

Nilai titik nyala dan titik bakar mengalami penurunan nilai seiring dengan meningkatnya kadar substitusi limbah filter rokok ke dalam aspal. Meskipun mengalami penurunan pada setiap penambahan kadar, tidak membuat nilai titik nyala dan titik bakar keluar dari batas spesifikasi yang di syaratkan.

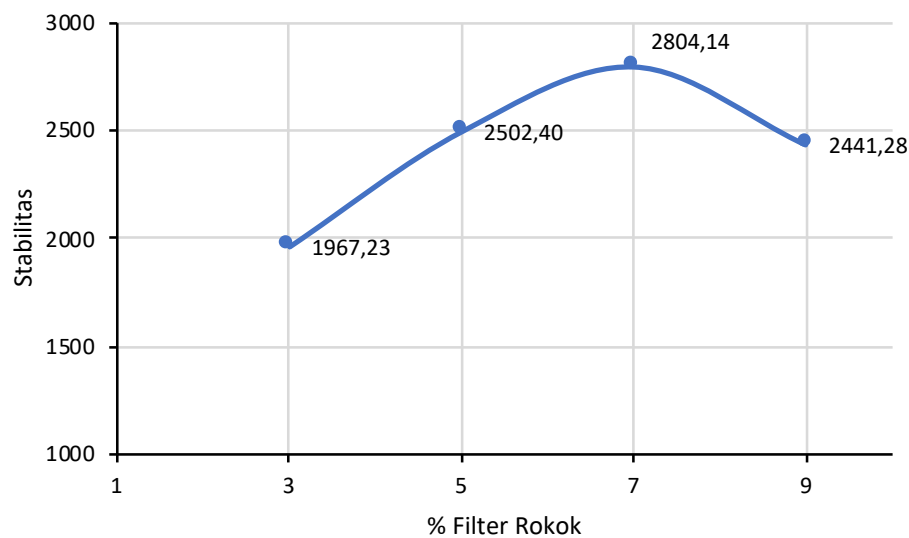
3.3. Pembahasan Hasil Pengujian Marshall

3.3.1. Kadar Aspal Optimum

Dari pemeriksaan 15 benda uji dengan 5 kadar aspal berbeda, menggunakan metoda Marshall, didapatkan nilai kadar aspal optimum adalah 7,6%. Untuk pembuatan benda uji dengan substitusi filter rokok digunakan kadar aspal optimum ini.

3.3.2. Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas

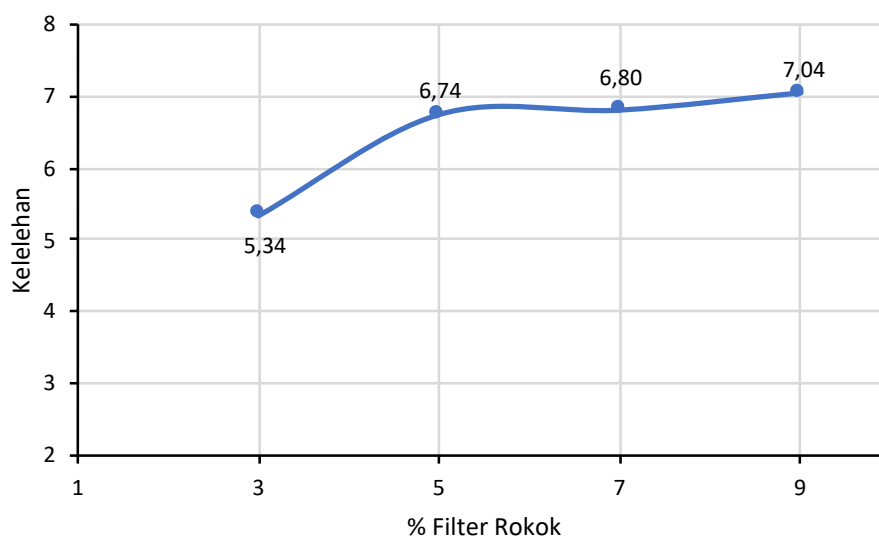
Nilai stabilitas untuk semua substitusi limbah filter rokok telah memenuhi persyaratan. Nilai stabilitas dengan substitusi limbah filter rokok mengalami peningkatan dimulai dari kadar 3% hingga 7% dan mengalami penurunan pada kadar 9%. Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada substitusi limbah 7% dengan nilai 2804,14 kg seperti terlihat pada **Gambar 2**. Nilai stabilitas mengalami penurunan pada kadar 9% disebabkan aspal menjadi semakin keras karena filter rokok semakin banyak.



Gambar 2. Hubungan antara kadar limbah filter rokok dan nilai stabilitas Marshall campuran AC-WC

3.3.3. Tinjauan Terhadap Nilai Kelelehan

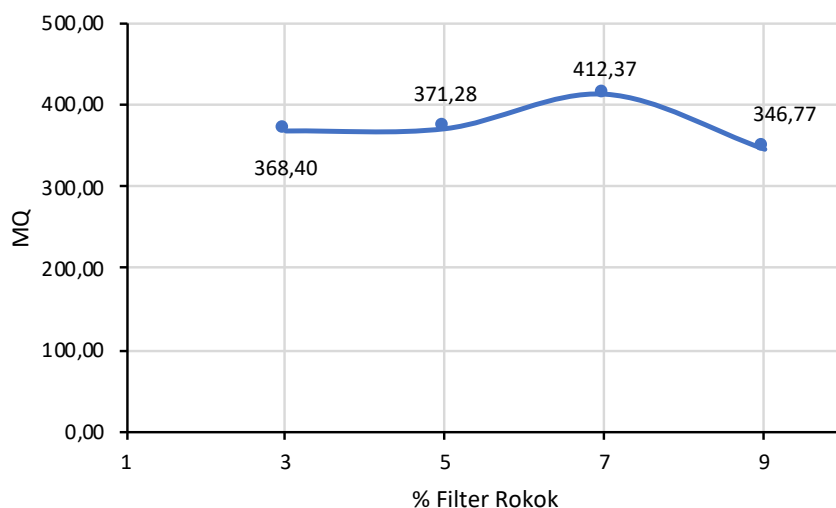
Pada **Gambar 3** diperlihatkan nilai kelelehan campuran pada substitusi limbah filter rokok mengalami peningkatan. Dari beberapa variasi kadar limbah filter rokok, nilai kelelehan tertinggi terdapat pada kadar 9 % dengan nilai 7,04 mm.



Gambar 3. Pengaruh kadar limbah filter rokok terhadap nilai kelelahan campuran AC-WC

3.3.4. Tinjauan Terhadap Nilai Marshall Quotient

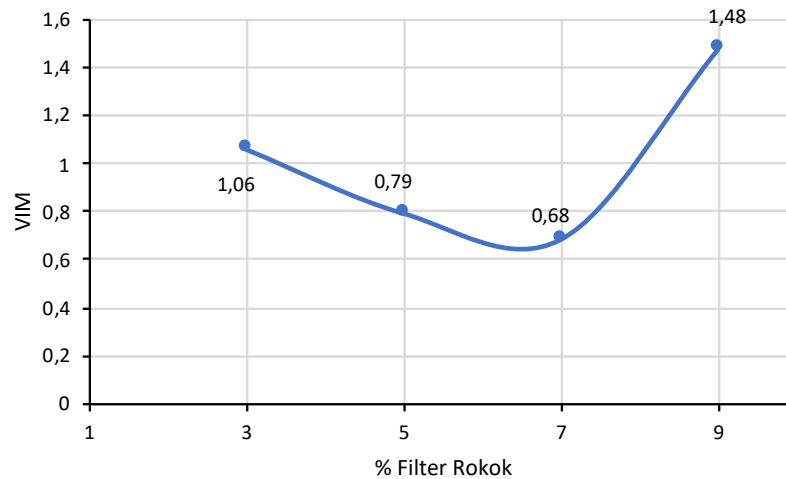
Nilai MQ campuran dengan substitusi limbah filter rokok mengalami penurunan dan kenaikan, sehingga terlihat nilai cenderung fluktuatif. Nilai MQ tertinggi di peroleh pada variasi persentase limbah filter rokok 7% dengan nilai 412,37 kg/mm, sedangkan nilai terendah pada variasi persentase limbah filter rokok 3% dengan nilai 368,40 kg/mm seperti pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Variasi nilai Marshall Quotient (MQ) terhadap kadar limbah filter rokok pada campuran AC-WC

3.3.5. Tinjauan Terhadap Nilai Voids In Mix (VIM)

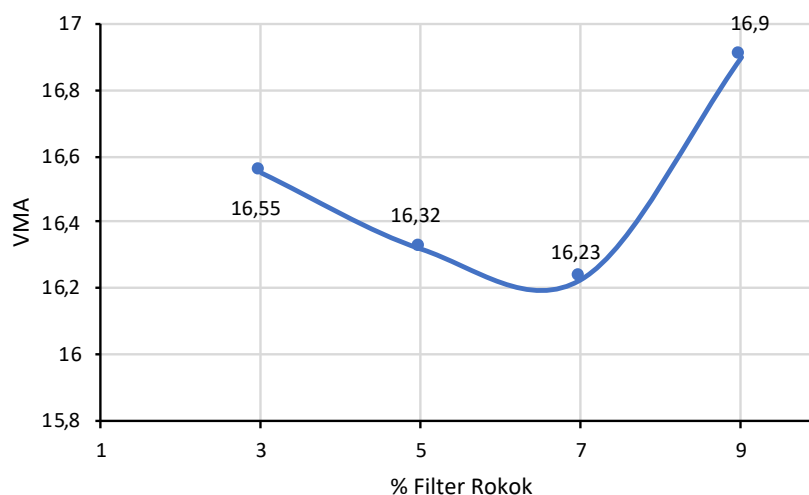
Pada **Gambar 5** dapat diketahui bahwa adanya penurunan nilai VIM yang disebabkan karena adanya peningkatan kadar limbah filter rokok. Dari keseluruhan nilai VIM, tidak ada yang memenuhi spesifikasi, yaitu antara 3 s.d 5%.



Gambar 5. Hubungan kadar limbah filter rokok dengan nilai Void in Mix (VIM) campuran AC-WC

3.3.6. Tinjauan Terhadap Nilai Void In Mineral Agregat (VMA)

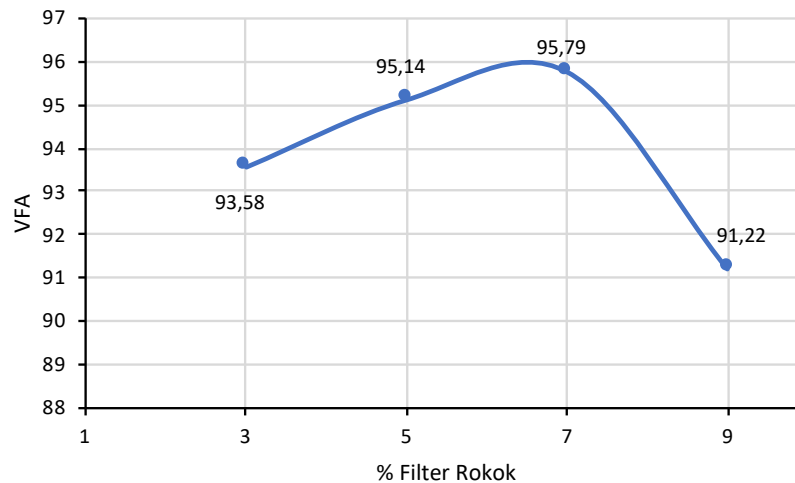
Nilai VMA ditampilkan pada **Gambar 6**, menunjukkan semakin meningkat jumlah variasi limbah filter rokok, maka rongga antar butiran agregat semakin banyak. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai VMA tertinggi terdapat pada kadar substitusi limbah filter rokok sebesar 9% dengan nilai 16,90%. Nilai VMA keseluruhan juga sudah memenuhi persyaratan yang ditetapkan yaitu sebesar 15%.



Gambar 6. Pengaruh kadar limbah filter rokok terhadap nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) campuran AC-WC

3.3.7. Tinjauan Terhadap Nilai Void Filled Asphalt (VFA)

Gambar 7 menunjukkan adanya peningkatan nilai VFA seiring dengan bertambahnya kadar filter rokok dalam campuran. Keseluruhan nilai VFA dari variasi substitusi limbah filter rokok telah memenuhi persyaratan untuk campuran yaitu $\geq 65\%$.



Gambar 7. Hubungan kadar limbah filter rokok dengan nilai Void Filled with Asphalt (VFA) campuran AC-WC

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat kadar aspal optimum sebesar 7,6%. Semakin besar persentase limbah filter rokok yang ditambahkan kedalam aspal mengakibatkan bertambahnya nilai berat jenis aspal, mengakibatkan menurunnya nilai penetrasi aspal.

Hasil analisa karakteristik campuran menghasilkan penambahan limbah filter rokok yang optimum adalah sebesar 7% yang menghasilkan nilai stabilitas 2804,14 kg, kelelahan 6,8 mm, nilai MQ 412,37 kg/mm, nilai VIM 0,68%, nilai VFA 95,79%, dan nilai VMA 16,23%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminsyah, M. (2014). Studi Eksperimental Penambahan Zat Aditif Anti Stripping Pada Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-WC). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(4), 642–647. <https://media.neliti.com/media/publications/212115-studi-eksperimental-penambahan-zat-aditi.pdf>
- Aminsyah, M. (2025). Pengaruh Penambahan Fiber Selulosa CF-31500 Terhadap Durabilitas Campuran AC-BC: Studi Eksperimental Berbasis Indeks Kekuatan Sisa. *Jurnal Bangunan, Konstruksi & Desain*, 3(2), 47–56. <https://doi.org/10.25077/jbkd.3.2.47-56.2025>
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SNI 06-2489-1991 Campuran beraspal, Metode pengujian dengan alat Marshall*. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/2851-sni06-2489-1991>
- BPS. (2025). *Statistik Transportasi Darat 2024*. Website. <https://www.bps.go.id/publication/2025/12/01/ed7ff73d58fc0719ee3df145/statistik-transportasi-darat-2024.html>
- Collis, L., & Fox, R. A. (1985). *Aggregates : sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes*. Geological Society. <https://search.worldcat.org/title/12506894>

- Dirjen Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/425/preview_425-1-5.pdf
- Guo, Y., Tataranni, P., & Sangiorgi, C. (2023). The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review. *Construction and Building Materials*, 390, 131754. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131754>
- Hadhinata, C., Setyawan, A., & Pramesti, F. P. (2025). Incorporating Waste Material in Stone Mastic Asphalt (SMA) Mixtures: A Systematic Literature Review. *Journal of Rehabilitation in Civil Engineering*, 13(2), 128–146. https://civiljournal.semnan.ac.ir/article_9104.html
- Hasan, F., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2018). Dampak Substitusi Filter Rokok Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Laston. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 1 *Special Issue*(3). <https://rp2u.usk.ac.id/index.php/welcome/prosesCariPublikasi/11906/195905121987021001/Fuad%20Hasan,Sofyan%20M.%20Saleh,Renni%20Anggraini/4>
- Jin, J., Wu, Z., Song, J., & Liu, X. (2019). Research on the road performance of cigarette butts modified asphalt mixture. *Journal of Physics: Conference Series*, 1168, 022053. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1168/2/022053>
- Krebs, R. D., & Walker, R. D. (1971). *Highway materials*. McGraw-Hill.
- Lavin, P. (2003). *Asphalt Pavements*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781482267716>
- Liu, H., Chen, Y., & Xue, Y. (2021). Reutilization of Recycled Cellulose Diacetate From Discarded Cigarette Filters in Production of Stone Mastic Asphalt Mixtures. *Frontiers in Materials*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmats.2021.770150>
- Rahman, M. T., Mohajerani, A., & Giustozzi, F. (2020). Possible use of cigarette butt fiber modified bitumen in stone mastic asphalt. *Construction and Building Materials*, 263, 120134. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120134>
- Siregar, Z. F. A. (2024). *Pengaruh Penambahan Limbah Filter Rokok terhadap Karakteristik Campuran Lapisan Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/98960>
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. https://www.academia.edu/45604646/Perkerasan_Lentur_Jalan_Raya_Silvia_Sukirman