

Evaluasi Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC-WC) Hasil Core Dari Lapangan Berdasarkan Uji Marshall

Kristina Siburian^{1*}, Virgo Trisep Haris², Lusi Dwi Putri³

- 1) Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
(email : kristinaasiburian@gmail.com)
- 2) Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
(email : virgotrisepharis@gmail.com)
- 3) Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
(email : lusidwiputri@unilak.ac.id)

Info Artikel Riwayat

Artikel:

Dikirim : 10-08-2025

Direvisi : 05-06-2026

Diterima : 30-06-2026

Keywords :

AC-WC, Uji Marshall, Stabilitas, Flow, Void, Core jalan, Evaluasi kerusakan

ABSTRAK

Kerusakan dini pada perkerasan jalan berlapis *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) masih sering terjadi meskipun usia layanan belum mencapai lima tahun. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakteristik campuran AC-WC hasil core dari ruas Jalan Sei Kijang berdasarkan uji Marshall untuk mengetahui kesesuaian mutu campuran terhadap spesifikasi Bina Marga 2018. Sampel *core* diambil dari tiga titik lokasi, kemudian diuji di laboratorium untuk parameter *bulk density*, *Void in the mixture* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void Filled With Asphalt* (VFWA), stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Hasil pengujian menunjukkan seluruh parameter Marshall telah memenuhi persyaratan, dengan nilai rata-rata stabilitas 812,6 kg, flow 2,57 mm, MQ 318,46 kg/mm, VIM 3,31%, VFWA 75,98%, *bulk density* 2,31 g/cm³, dan VMA 15,81%. Dengan demikian, campuran AC-WC hasil *core* dinyatakan sesuai standar dan bukan faktor utama penyebab kerusakan dini. Kerusakan kemungkinan disebabkan oleh faktor lain seperti drainase yang buruk, beban lalu lintas berlebih, atau pelaksanaan konstruksi yang kurang tepat. Penelitian ini terbatas pada evaluasi karakteristik campuran berdasarkan uji Marshall. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji faktor lalu lintas, drainase, dan kondisi struktur perkerasan secara lebih menyeluruh guna mengetahui penyebab kerusakan jalan secara lebih akurat.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan memiliki peran strategis dalam mendukung kelancaran arus transportasi, distribusi logistik, dan aktivitas sosial ekonomi masyarakat. Jalan yang berkualitas tidak hanya menunjang konektivitas antarwilayah, tetapi juga meningkatkan produktivitas dan efisiensi mobilitas. Salah satu bentuk perkerasan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur, yang terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan permukaan yang berperan penting dalam menerima beban lalu lintas secara langsung adalah lapisan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC).

Lapisan AC-WC dirancang agar mampu memberikan kekuatan struktural dan ketahanan terhadap beban dinamis dari kendaraan, serta melindungi lapisan di bawahnya dari kerusakan akibat air dan suhu. Namun, dalam praktik di lapangan, sering ditemukan kasus kerusakan dini pada lapisan AC-WC seperti retak, alur (*rutting*), hingga *bleeding*, meskipun usia jalan belum mencapai masa rencana. Fenomena ini menunjukkan adanya permasalahan pada mutu campuran atau pelaksanaan pekerjaan di lapangan, yang dapat berasal dari kualitas material, proses pencampuran, atau pemadatan yang tidak optimal. Evaluasi terhadap campuran AC-WC yang telah terpasang dapat dilakukan melalui metode *core drilling*, yaitu pengambilan sampel silinder dari lapisan jalan yang ada. Sampel *core* ini kemudian

diuji di laboratorium untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik campuran. Salah satu metode pengujian yang umum digunakan dalam mengevaluasi mutu campuran aspal adalah uji Marshall. Uji ini menghasilkan beberapa parameter penting seperti stabilitas, *flow*, dan Marshall *Quotient* (MQ), serta parameter volumetrik seperti *Void in the Mixture* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), dan *Void Filled with Asphalt* (VFWA). Permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini adalah adanya indikasi kerusakan dini pada ruas Jalan Sei Kijang, yang belum mencapai umur layan maksimal. Hal ini mendorong dilakukannya evaluasi terhadap mutu campuran AC-WC yang telah terpasang. Dengan pendekatan laboratorium melalui uji Marshall, diharapkan dapat diperoleh gambaran menyeluruh mengenai kualitas campuran dan apakah telah memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik campuran aspal beton AC-WC yang diambil langsung dari lapangan menggunakan metode *core drill*. Fokus analisis meliputi perhitungan dan interpretasi parameter Marshall dan karakteristik volumetrik yang dibandingkan dengan spesifikasi Bina Marga tahun 2018 serta nilai rencana campuran (*Job Mix Formula*/JMF) proyek. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna untuk perbaikan mutu konstruksi jalan serta menjadi referensi dalam pelaksanaan proyek serupa di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode evaluatif, yang bertujuan untuk menilai karakteristik campuran perkerasan aspal beton (AC-WC) dari lapangan berdasarkan hasil uji laboratorium. Penelitian ini tidak melakukan rekayasa campuran baru, melainkan memfokuskan pada analisis mutu campuran yang telah terpasang melalui pengujian terhadap sampel inti (*core*).

Rancangan kegiatan penelitian terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu: survei lokasi dan identifikasi titik pengambilan sampel, pengambilan *core* menggunakan alat *core drill*, pengujian laboratorium, perhitungan parameter Marshall, serta evaluasi kesesuaian hasil terhadap spesifikasi teknis yang berlaku. Ruang lingkup atau objek dalam penelitian ini adalah

campuran aspal beton jenis AC-WC yang digunakan pada lapisan permukaan ruas Jalan Sei Kijang. Evaluasi difokuskan pada sifat mekanik dan karakteristik volumetrik campuran, khususnya yang berkaitan dengan daya tahan dan kualitas lapisan perkerasan.

Bahan utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah sampel *core* AC-WC yang sudah terpasang di lapangan. Sementara itu, alat utama yang digunakan mencakup: alat *core drill* untuk pengambilan sampel, timbangan digital, oven, alat ukur Marshall, serta perlengkapan laboratorium lainnya yang digunakan untuk uji berat jenis dan uji Marshall.

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi utama, yaitu:

- Lokasi pengambilan sampel *core* di ruas Jalan Sei Kijang.
- Laboratorium Perkerasan Jalan Universitas Lancang Kuning sebagai tempat dilakukannya pengujian fisik dan mekanik.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan, dokumentasi proses pengambilan sampel, serta pencatatan hasil pengujian laboratorium yang meliputi berat jenis curah (*bulk density*), stabilitas, *flow*, Marshall *Quotient* (MQ), VIM, VMA, dan VFWA.

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini meliputi:

- Stabilitas Marshall: beban maksimum yang dapat ditahan oleh sampel saat diuji tekan.
- Flow*: deformasi plastis sampel selama pengujian.
- Marshall *Quotient* (MQ): rasio antara stabilitas dan *flow*, menunjukkan kekakuan campuran.
- VIM, VMA, dan VFWA: parameter volumetrik yang menunjukkan proporsi rongga dan keterisian aspal dalam campuran.

Teknik analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung nilai masing-masing parameter berdasarkan data hasil pengujian. Selanjutnya, nilai-nilai tersebut dibandingkan dengan standar spesifikasi teknis Bina Marga 2018 dan nilai dari *Job Mix Formula* (JMF) proyek untuk menilai tingkat kesesuaian dan mutu campuran di lapangan.

2.1 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan bukan berupa material baru seperti agregat segar atau aspal murni, melainkan sampel inti (*core*) dari campuran AC-WC eksisting yang telah terpasang di lapangan. Sampel *core* tersebut diambil langsung dari ruas jalan

yang mengalami kerusakan di Jalan Lintas Timur, Kecamatan Bandar Sei Kijang, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau.

2.2 Persiapan Material

Sebelum dilakukan pengujian, sampel *core* dan bahan lainnya harus dipersiapkan dengan baik. Tahapan persiapan material meliputi:

- a. Pemeriksaan kondisi fisik sampel *core* untuk memastikan tidak ada kerusakan selama proses pengambilan dan transportasi.
- b. Penyimpanan sampel pada suhu ruang hingga mencapai kondisi stabil.
- c. Pembersihan sampel dari material asing seperti debu atau tanah.
- d. Penyesuaian ukuran sampel sesuai standar pengujian jika diperlukan.

2.3 Persiapan Alat

Sebelum pengujian dilakukan, perlu dilakukan persiapan peralatan laboratorium. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Marshall *Stability Test Set* digunakan untuk menguji stabilitas dan *flow* campuran AC-WC. Alat ini berfungsi memberikan beban maksimum yang dapat ditahan sampel sebelum mengalami deformasi permanen.
- b. Timbangan Digital digunakan untuk mengukur berat bahan dengan presisi tinggi, sehingga data berat yang diperoleh akurat.
- c. Oven Laboratorium digunakan untuk memanaskan sampel *core* pada suhu tertentu.
- d. Pengukur Dimensi
- e. Digunakan untuk mengukur diameter dan ketebalan sampel *core* secara presisi, yang diperlukan untuk perhitungan volume silinder sampel.
- f. *Water Bath* digunakan untuk perendaman sampel *core* dengan suhu 60° sesuai standar pengujian.

2.4 Tahapan Pengujian

Pengambilan sampel *core* dilakukan pada ruas Jalan Sei Kijang yang telah mendapat penanganan melalui proyek preservasi berupa *overlay* menggunakan campuran AC-WC dengan aspal Shell Pen 60/70. Sampel *core* diambil dengan diameter 12 cm dan tinggi 6 cm, dimana tinggi tersebut merupakan tebal lapisan

overlay hasil preservasi. Pengambilan *core* dilakukan hingga menembus seluruh lapisan *overlay* hasil preservasi, tanpa mengenai lapisan lama di bawahnya. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sampel yang diuji benar-benar merepresentasikan mutu lapisan *overlay* hasil preservasi yang menjadi objek utama penelitian ini. Dalam penelitian ini dilakukan satu jenis pengujian utama, yaitu pengujian karakteristik Marshall dari campuran AC-WC menggunakan sampel *core* dari lapangan. Tahapan pengujian dilakukan sebagai berikut:

1. Pengambilan Sampel *Core*
 - a. Pengambilan dilakukan menggunakan alat bor inti (*core drill*).
 - b. Lokasi pengeboran ditentukan berdasarkan tingkat kerusakan visual di lapangan.
 - c. Sampel yang diambil berbentuk silinder dengan diameter dan tinggi standar Marshall.
2. Persiapan Sampel di Laboratorium
 - a. Sampel dibersihkan dari material asing.
 - b. Disimpan pada suhu ruang untuk memastikan kondisi stabil sebelum pengujian.
3. Pengeringan Sampel
 - a. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 3-6 jam atau sampai mencapai berat konstan.
 - b. Setelah itu, sampel didinginkan di suhu ruang.
4. Pengukuran Dimensi dan Berat
 - a. Ukur tinggi dan diameter sampel menggunakan jangka sorong.
 - b. Timbang berat kering permukaan.
5. Pengujian Marshall
 - a. Uji dilakukan sesuai prosedur SNI 06-2489-1991.
 - b. Parameter yang diuji meliputi:
 - i. Stabilitas (kg)
 - ii. *Density* (gr/cm^3)
 - iii. *Kelelahan* (flow) (mm)
 - iv. *Void in Mix* (VIM)
 - v. *Void in Mineral Aggregate* (VMA)
 - vi. *Void Filled With Asphalt* (VFWA)
 - vii. *Marshall Quotient* (MQ)
6. Pencatatan dan Pengolahan Data
 - a. Hasil pengujian dicatat dan dianalisis untuk membandingkan dengan spesifikasi teknis. Sebelum pengujian dilakukan, perlu dilakukan persiapan peralatan laboratorium. Peralatan yang digunakan

dalam penelitian ini meliputi:

- a. Marshall *Stability Test Set* digunakan untuk menguji stabilitas dan *flow* campuran AC-WC. Alat ini berfungsi memberikan beban maksimum yang dapat ditahan sampel sebelum mengalami deformasi permanen.
- b. Timbangan Digital digunakan untuk mengukur berat bahan dengan presisi tinggi, sehingga data berat yang diperoleh akurat.
- c. Oven Laboratorium digunakan untuk memanaskan sampel *core* pada suhu tertentu.
- d. Pengukur Dimensi
Digunakan untuk mengukur diameter dan ketebalan sampel *core* secara presisi, yang diperlukan untuk perhitungan volume silinder sampel.
- e. *Water Bath* digunakan untuk perendaman sampel *core* dengan suhu 60° sesuai standar pengujian.

2.5 Tahapan Pengujian

Pengujian ini dilaksanakan agar dapat melihat nilai *stability* (daya tahan) dan *flow* (kelelahan plastis) dari campuran aspal yang dibuat. Marshall test mengarah pada (SNI 06-2489-1991), dari pengujian ini akan didapatkan nilai sebagai berikut:

- a. Nilai Stabilitas
- b. Kepadatan (*density*) (gr/cm³)
- c. Kelelahan plastis (*Flow*)
- d. Rongga dalam campuran (VIM)
- e. Rongga antar agregat (VMA)
- f. Rongga terisi aspal (VFWA)
- g. Marshall *Quotient* (MQ)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan pengujian Marshall, penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel *core* sebanyak tiga sampel yang diambil dari perkerasan aspal beton (AC-WC) yang telah terpasang di lapangan pada ruas jalan Seikijang. Pengujian ini dilakukan dengan metode uji Marshall sesuai dengan standar SNI 06-2489-1991 yang bertujuan untuk mengetahui kualitas campuran aspal yang telah terpasang di lapangan dan keterkaitannya terhadap kerusakan jalan yang terjadi.

3.1 Data Umum Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel *core* dilakukan pada tiga titik lokasi yang dipilih berdasarkan kondisi visual kerusakan jalan. Detail lokasi pengambilan sampel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Lokasi Pengambilan Sampel *Core*

Sampel	STA	Kondisi Jalan
Core 1	1+200	Retak
Core 2	1+450	Lubang
Core 3	1+700	Aus

Setiap *core* diambil secara vertikal hingga mencapai seluruh tebal lapisan AC-WC. Pengambilan dilakukan dengan bor coring sesuai prosedur teknis yang berlaku.

3.2 Data Dimensi Sampel *Core*

Pengukuran dimensi sampel *core* bertujuan untuk mengetahui ukuran fisik aktual dari benda uji berupa diameter dan ketebalan. Data ini penting sebagai dasar dalam perhitungan volume silinder dan berat jenis campuran.

Setiap sampel *core* diukur pada tiga titik keliling untuk diameter dan empat titik tengah untuk ketebalan menggunakan jangka sorong dan penggaris presisi. Nilai rata-rata dari pengukuran tersebut kemudian digunakan sebagai representasi dimensi masing-masing *core*. Hasil pengukuran dimensi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data dimensi sampel *core*

Sampel	lebar (cm)	Tinggi (ketebalan) (cm)
Core 1	12,00	3,85
Core 2	11,57	3,93
Core 3	11,52	3,97

3.3 Pengukuran Berat dan Perhitungan Berat Jenis

Pengukuran berat sampel dilakukan dalam tiga kondisi, yaitu berat kering udara, berat jenuh permukaan kering (SSD), dan berat dalam air. Berat-berat ini digunakan untuk menghitung berat jenis dan parameter volumetrik lainnya. Data berat sampel *core* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Berat Sampel *Core*

Sampel	Berat kering Udara (g)	Berat SSD (g)
Core 1	1179	1165
Core 2	1180	1169
Core 3	1187	1170

Data berat digunakan untuk menghitung berat jenis kering dan berat jenis SSD yang merupakan parameter penting dalam evaluasi mutu campuran aspal.

- (1) $G_{mm} = 2,394 \rightarrow$ berdasarkan *Job mix formula* (JMF) proyek
- (2) $G_{sb} = 2,598 \rightarrow$ berdasarkan *Job mix formula* (JMF) proyek
- (3) Kadar aspal rencana = 5,50% \rightarrow dari JMF proyek

3.4 Hasil Pemeriksaan *Bulk Density* (*pbulk*)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran, maka kerapatannya semakin baik dan semakin kedap terhadap air dan udara. Campuran dengan nilai *density* yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang memiliki nilai densitas yang rendah, karena butiran agregat mempunyai bidang kontak yang luas sehingga gaya gesek (*friction*) antarbutiran agregat menjadi besar.

3.5 Hasil Pemeriksaan Stabilitas

Stabilitas merupakan indikator kemampuan campuran beraspal dalam menahan beban kendaraan hingga mencapai titik leleh plastis, tanpa mengalami deformasi yang signifikan. Ketahanan terhadap perubahan bentuk yang terjadi akibat beban lalu lintas dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: kualitas permukaan, tekstur, susunan gradasi agregat, kekuatan kunci antarpartikel (*interlocking*), kohesi antarbutiran, dan kadar aspal dalam campuran. Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan jarum penunjuk stabilitas pada alat uji Marshall. Data tersebut kemudian dikalibrasi menggunakan nilai pembanding dari *proving ring* dan dikoreksi berdasarkan faktor ketebalan benda uji. Koreksi ini penting dilakukan untuk memastikan bahwa nilai stabilitas mencerminkan kekuatan sebenarnya dari spesimen. Kerusakan seperti gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*) pada permukaan jalan sering kali merupakan indikasi rendahnya stabilitas campuran. Oleh karena itu, bentuk dan sifat agregat sangat memengaruhi nilai stabilitas, karena berhubungan langsung dengan kemampuan material untuk saling mengunci dan mendistribusikan beban secara merata.

3.6 Hasil Pemeriksaan *void in the mixture* (VIM)

Void in Mix (VIM) merupakan persentase volume rongga udara yang tersisa dalam campuran aspal setelah proses pemadatan selesai, dibagi total volume campuran. VIM menjadi salah satu parameter penting dalam menilai kerapatan dan kekedapan campuran. Nilai VIM yang tinggi menunjukkan keberadaan rongga udara yang banyak, sehingga campuran menjadi lebih berpori (*porous*). Kondisi ini dapat menyebabkan aspal mudah teroksidasi akibat paparan udara dan suhu, dalam jangka panjang mempercepat proses penuaan aspal. Jika nilai VIM terlalu rendah, maka ruang untuk pergerakan termal aspal menjadi sangat terbatas. Hal ini berpotensi menyebabkan terjadinya *bleeding*, yaitu keluarnya aspal ke permukaan jalan akibat tekanan dan suhu tinggi. *Bleeding* terjadi karena viskositas aspal menurun secara signifikan pada temperatur tinggi, mengikuti sifat termoplastik aspal. Nilai hasil pemeriksaan VIM dihitung menggunakan persamaan 1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{VIM} &= \left(\frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \right) \times 100\% \quad (1) \\ &= \left(\frac{2,394 - 2,31}{2,394} \right) \times 100\% = 3,43\% \end{aligned}$$

Sampel *core* 2 dan 3 dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan di atas.

3.7 Hasil Pemeriksaan *Void in The Mineral Aggregate* (VMA)

Void in Mineral Aggregate (VMA) merupakan volume rongga yang terdapat di antara butiran agregat dalam campuran aspal padat, termasuk rongga udara serta aspal efektif, yang dihitung sebagai persentase dari total volume campuran. VMA memainkan peran penting dalam menentukan kapasitas agregat untuk menampung aspal serta memengaruhi karakteristik kinerja campuran secara keseluruhan. Besarnya nilai VMA sangat dipengaruhi oleh tingkat dan suhu pemadatan, susunan gradasi agregat, serta kadar aspal dalam campuran. Nilai VMA yang sesuai akan membantu menciptakan campuran yang lebih kedap terhadap penetrasi air dan udara, serta meningkatkan fleksibilitas campuran. Sebaliknya, nilai VMA yang terlalu rendah menyebabkan ketidakcukupan aspal dalam mengisi rongga, sehingga menurunkan durabilitas perkerasan. Nilai VMA dihitung menggunakan persamaan 2 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{VMA} &= \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \right) \times 100\% \quad (2) \\ &= \left(1 - \frac{2,31}{2,598} \right) \times 100\% = 15,91\% \end{aligned}$$

Sampel *core* 2 dan 3 dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan diatas.

3.8 Hasil Pemeriksaan Void Filled With Asphalt (VFWA)

Void Filled With Asphalt (VFWA) menunjukkan persentase rongga agregat yang terisi oleh aspal. Nilai ini penting untuk menilai seberapa baik aspal mengisi rongga dalam campuran. Dengan menggunakan persamaan 3 didapat nilai perhitungan VFWA sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{VFWA} &= \frac{(\text{VMA} - \text{VIM})}{\text{VMA}} \times 100\% \\ &= \frac{(15,91 - 3,43)}{15,91} \times 100\% = 69,24\% \end{aligned} \quad (3)$$

Sampel *core* 2 dan 3 dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan di atas.

3.9 Hasil Pemeriksaan Flow

Flow adalah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Hasil pemeriksaan *flow* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pemeriksaan *flow*

Sampel	Station	Nilai <i>flow</i>
Core 1	Sta 1+200	2,70
Core 2	Sta 1+450	2,70
Core 3	Sta 1+700	2,30

Tabel 4 menunjukkan nilai *flow* rata-rata 2,57 mm. Nilai ini berada dalam rentang yang dipersyaratkan, yaitu 2–4 mm. *Flow* yang sesuai menunjukkan bahwa campuran memiliki fleksibilitas yang baik, sehingga tidak mudah mengalami deformasi plastis akibat beban lalu lintas.

3.10 Hasil Pemeriksaan Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*, yang menunjukkan kekakuan campuran aspal. Nilai MQ yang tinggi menandakan campuran lebih kaku dan tahan terhadap deformasi. Dengan menggunakan persamaan 4 didapat nilai marshall *quotient* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MQ} &= S/f \\ &= 810,2/2,70 \\ &= 300,07 \end{aligned} \quad (4)$$

Sampel *core* 2 dan 3 dilakukan perhitungan yang sama seperti perhitungan di atas. Hasil sampel *core* selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil pemeriksaan Marshall Quotient hasil uji laboratorium

Sampel	Station	Nilai marshall <i>quotient</i> (g/cm ³)
Core 1	Sta 1+200	300,07
Core 2	Sta 1+450	300,74
Core 3	Sta 1+700	354,57

Berdasarkan Tabel 5, nilai Marshall Quotient (MQ) rata-rata yang diperoleh adalah 318,46 kg/mm. Nilai ini lebih tinggi dari batas minimal 250 kg/mm sesuai spesifikasi. MQ yang tinggi menandakan campuran overlay memiliki kekakuan dan ketahanan deformasi yang baik. Evaluasi kualitas campuran aspal dari hasil *core* lapangan dilakukan dengan membandingkan parameter-parameter Marshall terhadap spesifikasi rancangan yang tercantum dalam Job mix formula (JMF). Parameter yang dibandingkan meliputi densitas (density), rongga dalam campuran (VIM), rongga antaragregat mineral (VMA), Void Filled With Asphalt (VFWA), stabilitas, *flow*, dan Marshall Quotient (MQ). Perbandingan parameter hasil *core* dengan Job Mix Formula (JMF) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 memperlihatkan perbandingan antara hasil pengujian *core* di lapangan, nilai *job mix formula* (JMF) proyek, dan spesifikasi Bina Marga 2018. Seluruh parameter Marshall hasil *core* overlay memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dan tidak terdapat deviasi signifikan dari nilai JMF. Hal ini menunjukkan bahwa mutu campuran overlay di lapangan sudah sesuai standar, sehingga penyebab kerusakan dini kemungkinan besar berasal dari faktor eksternal di luar mutu campuran.

Tabel 6 Perbandingan parameter hasil *core* dengan JMF dan Spesifikasi Bina Marga

Parameter	JMF Proyek	Hasil <i>Core</i> (Rata-rata) (Hasil pengujian Laboratorium)	Spesifikasi Bina Marga	Keterangan
Kadar Aspal (%)	5,50	(tidak diuji langsung)	4,5 – 6,5	Hanya sebagai acuan
<i>Bulk density</i> (g/cm ³)	2,394	2,31	2,00 – 2,6	Memenuhi
<i>Void in Mixture</i> (VIM) (%)	4,18	3,31	3 – 5	Memenuhi
<i>Void in Mineral Aggregate</i> (VMA) (%)	15,22	15,81	≥ 15	Memenuhi
<i>Void Filled With Asphalt</i> (VFWA) (%)	72,54	75,98	≥ 65	Memenuhi
Stabilitas (kg)	1.078,1	812,5	≥ 800	Memenuhi
Flow (mm)	3,20	2,7	2 – 4	Memenuhi
Marshall Quotient (MQ) (kg/mm)	336,89	318,46	≥ 250	Memenuhi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian laboratorium terhadap campuran AC-WC di lapangan, diketahui bahwa seluruh parameter teknis telah memenuhi spesifikasi Bina Marga Revisi 2 Tahun 2018. Nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, VFWA, bulk density, serta Marshall Quotient seluruhnya berada dalam batas yang dipersyaratkan, yang menunjukkan bahwa campuran aspal secara struktural dan volumetrik telah sesuai standar dan layak secara teknis.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap sampel *core* AC-WC dari ruas Jalan Sei Kijang, diperoleh nilai bulk density sebesar 2,31 g/cm³, stabilitas 812,5 kg, flow 2,7 mm, VIM 3,31%, VMA 15,81%, VFWA 75,98%, dan Marshall Quotient (MQ) 318,46 kg/mm.

Seluruh parameter tersebut telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yang menunjukkan bahwa campuran aspal secara struktural dan volumetrik memiliki kualitas yang baik serta layak secara teknis. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa mutu campuran AC-WC bukan merupakan faktor utama penyebab terjadinya kerusakan dini pada ruas Jalan Sei Kijang. Kerusakan berupa retak dan lubang yang terjadi dalam waktu kurang dari lima tahun setelah konstruksi kemungkinan lebih dipengaruhi oleh faktor eksternal di luar mutu campuran, seperti beban lalu lintas berlebih, kondisi drainase yang kurang optimal, atau faktor lingkungan lainnya.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa mutu campuran bukan merupakan faktor utama penyebab terjadinya kerusakan dini pada ruas Jalan Sei Kijang. Adanya kerusakan seperti retak dan lubang dalam waktu kurang dari lima tahun setelah konstruksi kemungkinan besar disebabkan oleh faktor eksternal di luar mutu campuran, seperti: beban lalu lintas berlebih (melebihi kapasitas rencana), cuaca ekstrem, serta sistem drainase yang tidak optimal. Air yang masuk ke dalam struktur perkerasan akibat genangan atau rembesan dari sisi jalan dapat menyebabkan pelepasan ikatan antara agregat dan aspal (*stripping*), bahkan jika nilai VFWA dan VIM sudah sesuai. Selain itu, perubahan kondisi lingkungan dan kelembapan dapat mempercepat penuaan aspal serta timbulnya retak permukaan. Penelitian ini terbatas pada evaluasi karakteristik campuran berdasarkan uji Marshall dan tidak menganalisis faktor lalu lintas, drainase, maupun kondisi lingkungan secara langsung.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji faktor-faktor tersebut agar penyebab kerusakan jalan dapat diidentifikasi secara lebih komprehensif. Selain itu, kondisi lingkungan seperti siklus cuaca ekstrem dan perubahan kelembapan juga dapat mempercepat proses penuaan aspal dan retak permukaan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama penelitian ini berlangsung. Terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Teknik Sipil atas bantuan dalam proses pengujian.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2018), *Spesifikasi Umum 2018. Edaran Dirjen Bina Marga*, Nomor 02/SE/Db/2018, Revisi 2.
- Hidayat, T., Widyaningrum, S., Idrus, Y., Massara, A., & Bulgis. (2022). Analisis Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Menggunakan Bahan Tambah Gondorukem. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, Vol.4 No.1, pp 106–112, ISSN : 2655-7266.
- SNI 06-2489-1991. (1991). Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall. *Badan Standardisasi Nasional*, 1, 7.