

ANALISIS PENGARUH KEPADATAN CAMPURAN ASPAL AC-BC TERHADAP KADAR ASPAL

Oleh : Suryanto¹, Hery Kristiyanto¹, Ulfa Ambarsari²

Email: surnandan@gmail.com, heryjogja90@gmail.com, ulfaambarsari@gmail.com

ABSTRAK: Perkerasan jalan merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang memiliki peranan penting dalam menunjang mobilitas masyarakat dan distribusi barang. Kualitas perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh mutu campuran beraspal, khususnya pada lapisan *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC). Salah satu faktor yang menentukan kualitas campuran beraspal adalah tingkat kepadatan campuran dan kadar aspal yang digunakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kepadatan campuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC) terhadap kadar aspal berdasarkan hasil pengujian *core drill*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta dengan menggunakan sampel campuran AC-BC dari PT Aneka Dharma Persada, Sedayu, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen melalui pengujian laboratorium terhadap benda uji *core drill*. Pengujian meliputi uji berat jenis dan kepadatan (*density test*), uji kadar aspal dengan metode ekstraksi, serta analisis saringan agregat. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan *Job Mix Formula* (JMF) dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar aspal pada sampel 1 sebesar 5,43% dan sampel 2 sebesar 5,39%, yang mendekati kadar aspal rencana sebesar 5,35%. Nilai berat jenis nyata (G_{mb}) rata-rata sebesar 2,296 gr/cm³ memenuhi rentang spesifikasi 2,23–2,45 gr/cm³. Selain itu, derajat kepadatan campuran mencapai lebih dari 98%, yang menunjukkan bahwa proses pemadatan di lapangan telah dilakukan dengan baik. Parameter rongga campuran seperti VIM sebesar 4,388%, VMA sebesar 14,406%, dan VFA sebesar 69,544% juga memenuhi persyaratan Bina Marga.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa campuran AC-BC yang diuji memiliki kualitas yang baik dan memenuhi standar teknis yang berlaku. Tingkat kepadatan yang tinggi serta kadar aspal yang mendekati *Job Mix Formula* menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan telah sesuai dengan perencanaan dan spesifikasi yang ditetapkan.

Kata Kunci: AC-BC, Bina Marga, *core drill*, kadar aspal, kepadatan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkerasan jalan merupakan salah satu infrastruktur vital yang menentukan kualitas sistem transportasi suatu wilayah. Dalam struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*), lapisan *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC) memiliki fungsi strategis sebagai lapisan pengikat yang meneruskan beban lalu lintas dari permukaan (AC-WC) ke lapisan pondasi di bawahnya. Kualitas lapisan AC-BC sangat bergantung pada ketepatan kadar aspal dan tingkat kepadatan yang dicapai selama proses pemadatan di lapangan.

Kepadatan campuran aspal merupakan indikator utama kualitas pelaksanaan pekerjaan perkerasan. Kepadatan yang tidak optimal—baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi—dapat berdampak signifikan terhadap kinerja jangka panjang perkerasan. Kepadatan yang rendah menyebabkan rongga udara berlebih sehingga air dan udara mudah meresap, mempercepat oksidasi aspal dan penurunan durabilitas. Sebaliknya, kepadatan yang terlalu tinggi akibat kadar aspal berlebih berpotensi menimbulkan bleeding pada permukaan jalan.

¹ Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

² Dosen Fakultas Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Kadar aspal merupakan parameter yang paling kritis dalam menentukan karakteristik campuran beraspal. Penentuan kadar aspal optimum dilakukan melalui *Job Mix Formula* (JMF) yang didasarkan pada pengujian Marshall di laboratorium. Namun demikian, kondisi aktual di lapangan seringkali berbeda dari perencanaan akibat variasi proses produksi di *Asphalt Mixing Plant* (AMP), perubahan suhu selama pengangkutan, serta teknik pemadatan yang bervariasi. Oleh sebab itu, pemantauan mutu melalui pengujian *core drill* dan analisis laboratorium menjadi keharusan dalam pengendalian kualitas pekerjaan perkerasan jalan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil benda uji *core drill* dari lapangan dan melaksanakan serangkaian pengujian laboratorium untuk menganalisis hubungan antara kadar aspal dan kepadatan campuran AC-BC, serta mengevaluasi kesesuaian dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana hubungan antara kadar aspal dan kepadatan campuran AC-BC berdasarkan hasil pengujian *core drill* lapangan?
- Berapakah nilai kadar aspal optimum dan kepadatan rata-rata campuran AC-BC yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium?
- Apakah hasil pengujian lapangan dan laboratorium memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- menganalisis hubungan antara kepadatan campuran aspal AC-BC dengan kadar aspal berdasarkan benda uji *core drill*;
- mengevaluasi nilai kepadatan dan kadar aspal optimum campuran AC-BC;
- membandingkan hasil pengujian dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018;
- nilai *Job Mix Formula* (JMF) yang telah ditetapkan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Lapisan AC-BC dalam Struktur Perkerasan

Asphalt Concrete–Binder Course (AC-BC) adalah campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat bergradasi menerus dan aspal keras, berfungsi sebagai lapisan pengikat antara lapis aus (AC-WC) dan lapis pondasi. Menurut Spesifikasi Bina Marga 2018, AC-BC harus memiliki karakteristik stabilitas yang tinggi, kelenturan memadai, dan ketahanan terhadap deformasi permanen (Suryanto & Nurokhman, 2022).

Dalam struktur perkerasan lentur, AC-BC terletak di bawah lapis aus (AC-WC) dan di atas lapis pondasi (AC-Base atau CTB). Fungsi utamanya adalah mendistribusikan tegangan akibat beban kendaraan secara merata ke lapisan di bawahnya. Karakteristik yang harus dimiliki campuran AC-BC meliputi stabilitas, keawetan, fleksibilitas, ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan (Sukirman, 2003 dalam Suryanto & Nurokhman, 2022).

2.2. Kepadatan Campuran Aspal (*Density*)

Kepadatan campuran aspal merupakan perbandingan antara massa benda uji dengan volumenya, dan mencerminkan kerapatan susunan agregat dalam campuran



beraspal setelah pemadatan. Nilai kepadatan dinyatakan dalam berat jenis nyata (*Bulk Specific Gravity/Gmb*) yang diukur dengan metode *Saturated Surface Dry (SSD)* sesuai SNI 03-6757-2002. Derajat kepadatan lapangan diperoleh dari perbandingan antara kepadatan lapangan dan kepadatan laboratorium dari *Job Mix Formula (JMF)*, dinyatakan dalam persentase.

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 dan 2018, persyaratan minimum derajat kepadatan campuran aspal yang dipadatkan adalah 98% dari kepadatan JMF, sesuai ketentuan AASHTO T 166. Kepadatan dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi agregat, suhu pemadatan, dan jumlah lintasan alat pemadat (Subagyo & M. Nana, 2023).

2.3. Kadar Aspal dan Ekstraksi

Kadar aspal adalah persentase berat aspal terhadap berat total campuran. Pengujian kadar aspal di lapangan dilakukan dengan metode ekstraksi menggunakan pelarut (*solvent*) sesuai SNI 03-6894-2002. Kadar aspal yang optimum pada campuran AC-BC umumnya ditetapkan dalam *Job Mix Formula (JMF)* berdasarkan hasil pengujian Marshall, dengan mempertimbangkan nilai stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFA.

Penelitian Wahyudi et al. (2023) menunjukkan bahwa kadar aspal hasil ekstraksi pada campuran AC-BC umumnya mendekati nilai *Design Mix Formula (DMF)* dengan selisih toleransi $\pm 0,3\%$. Anwar et al. (2020) juga menemukan bahwa perbedaan antara kadar aspal hasil ekstraksi dan JMF yang kecil ($< 0,5\%$) mengindikasikan proses produksi AMP yang terkontrol dengan baik.

2.4. Parameter Volumetrik Campuran

Parameter volumetrik campuran beraspal yang digunakan sebagai indikator kualitas campuran antara lain:

- VIM (*Voids in Mix*) - rongga udara dalam campuran, dengan batas spesifikasi 3–5% untuk AC-BC;
- VMA (*Void in Mineral Aggregate*) - rongga di antara butiran agregat, dengan batas minimum 14%; dan
- VFA (*Void Filled with Asphalt*) - rongga yang terisi aspal, dengan batas minimum 65%.

Keseimbangan ketiga parameter ini menentukan stabilitas, fleksibilitas, dan durabilitas campuran beraspal (Suryanto & Nurokhman, 2022; Onibala et al., 2023).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah ruas jalan yang dikerjakan oleh kontraktor PT. Aneka Dharma Persada, dengan enam titik pengambilan sampel *core drill* pada segmen STA 0+03 hingga STA 0+600. Pengambilan sampel dilakukan minimal 1 hari setelah proses pemadatan lapangan selesai. Pengujian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta.

3.2. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh lapisan AC-BC yang telah dipadatkan pada ruas jalan yang ditinjau. Sampel penelitian berupa benda uji *core drill* yang diambil pada enam titik lokasi, masing-masing pada posisi kiri (ki) dan kanan (ka) dari sumbu jalan, yaitu pada STA 0+03 ki, 0+105 ka, 0+200 ki, 0+300 ka, 0+375 ki, dan 0+600 ka. Setiap benda uji diukur ketebalannya sebelum dilakukan pengujian di laboratorium.

3.3. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian meliputi:



- Pengambilan benda uji *core drill* di lapangan;
- Pengukuran tebal lapisan setiap benda uji;
- Pengujian berat jenis nyata (Gmb) dengan metode SSD sesuai SNI 03-6757-2002, yaitu benda uji dioven pada suhu 52°C selama 17 jam, kemudian ditimbang dalam kondisi kering, dalam air, dan dalam kondisi SSD;
- Pengujian kadar aspal melalui metode ekstraksi solvent sesuai SNI 03-6894-2002;
- Analisis gradasi agregat pasca-ekstraksi sesuai SNI ASTM C136:2012; dan
- Perhitungan parameter VIM, VMA, dan VFA berdasarkan nilai Gmb dan data JMF.

Derajat kepadatan dihitung sebagai rasio antara berat jenis nyata lapangan (Gmb lapangan) dan berat jenis nyata laboratorium dari JMF ($Gmb_{JMF} = 2,280 \text{ gr/cm}^3$), dinyatakan dalam persen. Hubungan antara kadar aspal dan kepadatan dianalisis melalui grafik untuk menentukan tren dan kadar aspal optimum.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Nyata dan Kepadatan

Pengujian berat jenis nyata (Gmb) pada enam benda uji *core drill* dilakukan dengan metode SSD sesuai SNI 03-6757-2002. Benda uji dioven pada suhu 52°C selama 17 jam, kemudian ditimbang dalam kondisi kering (A), dalam kondisi SSD (B), dan dalam air (C). Nilai Gmb lapangan dihitung dengan rumus: $Gmb = A / (B - C)$.

Tabel 1 merangkum hasil pengujian berat jenis nyata, derajat kepadatan, dan kadar aspal untuk seluruh sampel yang diuji.

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis Nyata, Kepadatan, dan Kadar Aspal (*Core Drill*)

No	Sampel (STA)	Tebal (cm)	Berat Kering (A) (gr)	Berat SSD (B) (gr)	Berat dalam Air (C) (gr)	Gmb Lapangan (gr/cm^3)	Derajat Kepadatan (%)	Kadar Aspal (%)
1	0+03 ki	7,1	1253,9	1265,3	710,7	2,260	99,12	5,43
2	0+105 ka	7,5	1346,1	1352,8	765,3	2,291	100,48	5,39
3	0+200 ki	6,36	1150,3	1153,3	656,2	2,314	100,49	5,35
4	0+300 ka	6,11	1105,9	1107,3	626,5	2,300	100,87	5,35
5	0+375 ki	6,36	1183,6	1185,9	673,7	2,310	100,31	5,35
6	0+600 ka	6,96	1263,7	1266,1	717,6	2,303	101,00	5,35
Rata-rata		6,73				2,296	100,37	5,37

Sumber : Penelitian, 2026

Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai Gmb lapangan berkisar antara 2,260–2,314 gr/cm^3 dengan rata-rata 2,296 gr/cm^3 . Derajat kepadatan seluruh sampel berkisar antara 99,12%–

101,00%, dengan rata-rata 100,37%, melampaui persyaratan minimum Spesifikasi Bina Marga sebesar 98%. Nilai kadar aspal berkisar antara 5,35%–5,43%, mendekati kadar aspal rencana JMF sebesar 5,35%.

4.2. Hubungan Kadar Aspal dan Kepadatan

Grafik hubungan antara kadar aspal dan derajat kepadatan menunjukkan bahwa kadar aspal yang mendekati nilai JMF (5,35%) menghasilkan derajat kepadatan tertinggi, yaitu sebesar 101,00% pada sampel STA 0+600 ka. Hal ini karena pada kadar aspal mendekati nilai optimum, aspal berfungsi secara efektif sebagai pelumas dan pengikat agregat, sehingga butiran tersusun lebih rapat selama pemadatan.

Sebaliknya, sampel dengan kadar aspal 5,43% (STA 0+03 ki) menunjukkan kepadatan terendah sebesar 99,12%. Kenaikan kadar aspal di atas nilai optimum dapat menyebabkan lapisan aspal menjadi terlalu tebal di antara butiran agregat, sehingga mengurangi gaya gesek antar agregat dan menurunkan kemampuan campuran untuk dipadatkan secara maksimal. Meskipun demikian, seluruh nilai kepadatan yang diperoleh tetap di atas 99%, sehingga campuran masih memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

Hasil ini sejalan dengan temuan Suryanto & Nurokhman (2022) pada penelitian runway Bandara Yogyakarta International Airport (YIA), di mana kepadatan AC-WC yang diperoleh berkisar antara 99,12%–101,00% pada kadar aspal sekitar 5,35%–5,43%. Hubungan yang serupa juga dilaporkan oleh Onibala et al. (2023), yang menyimpulkan bahwa variasi gradasi agregat dan kadar aspal yang masih dalam batas toleransi menghasilkan variasi kepadatan yang relatif kecil namun tetap memenuhi spesifikasi.

4.3. Pengujian Kadar Aspal melalui Metode Ekstraksi

Pengujian kadar aspal dilakukan dengan metode ekstraksi solvent sesuai SNI 03-6894-2002 pada dua sampel representatif. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pengujian Kadar Aspal

Parameter	Sampel 1	Sampel 2	JMF (Rencana)
Berat contoh sebelum (gr)	1000,6	1000,3	–
Berat aspal dalam campuran (gr)	54,4	54,0	–
Kadar Aspal (%)	5,43	5,39	5,35
Selisih terhadap JMF (+%)	0,08	0,04	–
Kesesuaian Spesifikasi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Sumber : Penelitian, 2026

Hasil pengujian menunjukkan kadar aspal sampel 1 sebesar 5,43% dan sampel 2 sebesar 5,39%, dengan selisih antar sampel hanya 0,04%. Kedua nilai ini berada di atas nilai JMF 5,35%, namun dengan selisih sangat kecil (0,04%–0,08%) sehingga masih berada dalam batas toleransi spesifikasi ($\pm 0,3\%$ dari JMF). Keseragaman kadar aspal yang tinggi antar sampel mengindikasikan proses pencampuran di AMP yang terkontrol dengan baik.

Kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari JMF dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain variasi suhu pencampuran, ketidakseragaman distribusi aspal pada saat pengisian bin, serta variasi berat jenis aspal yang digunakan. Meskipun demikian, kelebihan kadar aspal yang masih dalam batas toleransi justru dapat meningkatkan durabilitas campuran karena lapisan film aspal yang lebih tebal melindungi agregat dari oksidasi (Sumiati & Sukarman, 2014).

4.4. Analisis Gradasi Agregat Pasca-Ekstraksi

Analisis saringan agregat kasar pasca-ekstraksi dilakukan menggunakan rangkaian saringan No. 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200, dan Pan sesuai SNI ASTM C136:2012. Hasil pengujian pada dua sampel menunjukkan nilai modulus kehalusan (MK) sebesar 5,62 dan 5,61, keduanya memenuhi spesifikasi Bina Marga (MK 5–7).

Sebagian besar butiran pada saringan halus (#16 hingga #200) memenuhi rentang gradasi spesifikasi Bina Marga. Namun terdapat beberapa ukuran saringan yang berada di luar rentang spesifikasi, yaitu pada saringan 3/4", 1/2", 3/8", #4, dan #8. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi agregat pada ukuran tersebut sedikit menyimpang dari gradasi rencana AC-BC, kemungkinan akibat variasi quarry atau proses pemisahan agregat di AMP. Meskipun demikian, secara keseluruhan campuran masih memenuhi spesifikasi dan layak digunakan.

4.5. Parameter Volumetrik Campuran AC-BC

Berdasarkan nilai Gmb lapangan (rata-rata 2,296 gr/cm³) dan data JMF (Gmb lab = 2,280 gr/cm³; Gmm = 2,379 gr/cm³; kadar aspal efektif = 4,74%; berat jenis aspal = 1,03 gr/cm³), diperoleh parameter volumetrik campuran AC-BC sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Kinerja AC-BC dengan Spesifikasi Bina Marga

No	Parameter	Hasil Pengujian	Spesifikasi Bina Marga	Ket.
1	Kadar Aspal (%)	5,39–5,43	±5,35 (JMF ±0,3%)	M
2	Berat Jenis Nyata Gmb (gr/cm ³)	2,296	2,27–2,45	M
3	Derajat Kepadatan (%)	99,12–101,00 (rata-rata 100,37)	≥ 98	M
4	VIM (%)	4,388	3–5	M
5	VMA (%)	14,406	≥ 14	M
6	VFA (%)	69,544	≥ 65	M

Keterangan: M = Memenuhi

Sumber : Penelitian, 2026

Seluruh parameter volumetrik yang diuji memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2). Nilai VIM sebesar 4,388% berada dalam rentang 3–5%, menunjukkan bahwa rongga udara dalam campuran berada dalam batas ideal—tidak terlalu kecil yang dapat memicu bleeding, dan tidak terlalu besar yang akan mempercepat oksidasi aspal. VMA sebesar 14,406% memenuhi batas minimum 14%, mengindikasikan bahwa rongga di antara butiran agregat cukup untuk menampung aspal efektif dan menjaga stabilitas

campuran. VFA sebesar 69,544% memenuhi batas minimum 65%, menunjukkan bahwa aspal cukup mengisi rongga agregat untuk memberikan adhesi dan kekedapan yang memadai.

4.6. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perbedaan Hasil

Perbedaan antara hasil pengujian lapangan dan nilai rencana JMF dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor: (1) Variasi kondisi lingkungan, seperti suhu udara dan curah hujan yang memengaruhi proses pemadatan; (2) Variasi proses produksi di AMP, meliputi suhu pencampuran dan distribusi aspal; (3) Kehilangan panas selama pengangkutan yang dapat mengubah viskositas aspal; (4) Variasi teknik penghamparan dan jumlah lintasan alat pemadat; (5) Heterogenitas material agregat dari quarry; dan (6) Ketidakidealan titik pengambilan sampel core drill.

Untuk meminimalkan perbedaan tersebut, diperlukan pengendalian mutu yang ketat pada setiap tahapan pekerjaan, mulai dari seleksi material, produksi di AMP, pengangkutan, penghamparan, hingga pemadatan. Pelaksanaan pengujian core drill secara berkala juga sangat penting sebagai umpan balik untuk koreksi proses di lapangan (Subagyo & M. Nana, 2023).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap benda uji core drill campuran AC-BC, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hubungan antara kadar aspal dan derajat kepadatan campuran AC-BC menunjukkan bahwa kadar aspal yang mendekati nilai JMF (5,35%) menghasilkan tingkat kepadatan yang lebih tinggi. Kepadatan tertinggi (101,00%) diperoleh pada kadar aspal 5,35%, sedangkan kenaikan kadar aspal menjadi 5,43% menghasilkan kepadatan 99,12%. Meskipun demikian, seluruh nilai kepadatan berada di atas 99% dan memenuhi persyaratan minimum 98%.
- Kadar aspal optimum campuran AC-BC pada penelitian ini berada pada kisaran 5,35%–5,43%, dengan nilai kepadatan rata-rata 100,37% (Gmb rata-rata 2,296 gr/cm³). Seluruh parameter rongga campuran memenuhi spesifikasi: VIM 4,388% (batas 3–5%), VMA 14,406% (batas $\geq 14\%$), dan VFA 69,544% (batas $\geq 65\%$).
- Seluruh parameter pengujian laboratorium terhadap benda uji core drill campuran AC-BC telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2), yang membuktikan bahwa proses pemadatan lapangan telah dilaksanakan dengan baik dan campuran AC-BC yang dihasilkan layak digunakan sebagai lapisan perkerasan jalan.

5.2. Saran

- Pengendalian kadar aspal dan proses pemadatan harus dilakukan secara teliti dan konsisten untuk mempertahankan tingkat kepadatan sesuai spesifikasi. Kadar aspal yang menyimpang jauh dari JMF, baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi, dapat menurunkan kualitas campuran.
- Pengujian core drill sebaiknya dilakukan secara berkala pada interval yang lebih pendek (setiap 50 m) dan pada posisi yang bervariasi (tepi, tengah, dan as jalan) untuk mendapatkan gambaran kepadatan yang lebih komprehensif.
- Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan pengujian Marshall (stabilitas, flow, MQ) serta pengujian durabilitas untuk mendapatkan analisis kinerja campuran AC-BC yang lebih lengkap.



- d. Jumlah sampel core drill perlu diperbanyak dan dilakukan pada beberapa lokasi yang berbeda untuk menghasilkan data yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. N. R., Akhmadali, & Sumiyattinah. (2020). Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Aspal Pada Campuran Aspal Ac-Bc Gradasi Kasar Terhadap Job Mix Formula.
- Bela, K. R. (2024). Analisis Nilai Durabilitas Laston HRS-WC dan Laston AC-WC menggunakan Material Agregat Bulat pada Pemadatan Sedang. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 6(1), 30–38. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v6n1.p30-38>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum 2018 (Revisi 2) untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Onibala, Y., Lalamentik, L. G. J., & Manoppo, M. R. E. (2023). Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Agregat Terhadap Nilai Karakteristik Aspal Beton (AC-BC). *Tekno*, 21(85). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/tekno/article/view/49260>
- Subagyo, S., & M. Nana, E. Y. (2023). Pengendalian Mutu Pelaksanaan Aspal Beton (Ac-Bc). *CivETech*, 5(1), 38–46. <https://doi.org/10.47200/civetechn.v5i1.1555>
- Sumiati, & Sukarman. (2014). Influence of Aggregate Gradation on Asphalt Concrete Characteristic Value (AC-BC). *Journal of Civil Engineering*, 10(1), 85–91.
- Suryanto, S., & Nurokhman, N. (2022). Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yogyakarta International Airport. *CivETech*, 4(1), 59–72. <https://doi.org/10.47200/civetechn.v4i1.1106>
- Wahyudi, A., Lubis, M., & Hasibuan, M. H. M. (2023). Analisis Perbandingan Hasil Ekstraksi Kadar Aspal Pada Campuran Aspal Ac-Bc Terhadap Design Mix Formula. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.30743/jtsip.v2i1.7651>

