

PENGARUH KEPADATAN CAMPURAN BERASPAL TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR SELAMA MASA PELAYANAN

Abi Teguh Kurniawan
MSTT FT UGM
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Yogyakarta 55281
abi.teguh.k@ugm.ac.id

Agus Taufik Mulyono
PUSTRAL UGM
Jln. Kemuning M3, Sekip, Mlati
Sleman 55281
agus.taufik.mulyono@ugm.ac.id

Latif Budi Suparma
MSTT FT UGM
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Yogyakarta 55281
lbsuparma@ugm.ac.id

Abstract

Inspection of the quality of the asphalt pavement layer is carried out by measuring the dimensions of the pavement, namely length, width, and thickness, and by determining the density of the pavement layer. In the implementation of road construction or improvement, it is often found that the quantity and quality of the asphalt mixture is not in accordance with the specifications used. Asphalt pavement layers with thickness and density according to standards tend to reach the design service life. This study aims to identify the effect of the density level of the asphalt mixture on the damage to the asphalt surface layer during the service period, taking into account the voids in the mixture and the level of road damage, which were determined using the Pavement Condition Index method. This study shows that the voids in the mix of pavement surface layer increase after 2 years of service, and the increase exceeds the required value. Changes in the voids in the mixture affect the Pavement Condition Index of the pavement. The Pavement Condition Index value decreases due to the increase in voids in the mixture.

Keywords: asphalt pavement; road; air voids; asphalt mixture; Pavement Condition Index

Abstrak

Pemeriksaan kualitas lapis perkerasan beraspal dilakukan dengan mengukur dimensi perkerasan, yaitu panjang, lebar, dan tebal, serta dengan menentukan kepadatan lapis perkerasan. Pada pelaksanaan pembangunan atau peningkatan jalan, sering ditemukan kuantitas maupun kualitas campuran beraspal yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang digunakan. Lapis perkerasan beraspal dengan ketebalan dan tingkat kepadatan yang sesuai standar cenderung dapat mencapai masa pelayanan rencana. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh tingkat kepadatan campuran beraspal terhadap kerusakan lapis permukaan beraspal selama masa pelayanan, dengan memperhitungkan rongga dalam campuran dan tingkat kerusakan jalan, yang ditentukan dengan menggunakan metode Pavement Condition Index. Studi ini menunjukkan bahwa rongga dalam campuran lapis permukaan perkerasan meningkat setelah 2 tahun masa pelayanan, dan peningkatan tersebut melebihi nilai yang disyaratkan. Perubahan rongga dalam campuran tersebut memengaruhi Pavement Condition Index perkerasan jalan. Nilai Pavement Condition Index menurun akibat meningkatnya rongga dalam campuran.

Kata-kata kunci: perkerasan beraspal; jalan; rongga udara; campuran beraspal; Pavement Condition Index

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang diperuntukkan bagi lalu lintas, baik yang berada di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air (Pemerintah Republik Indonesia, 2004). Kualitas jalan sangat terkait dengan kepadatan campuran beraspal dan berkaitan langsung dengan rongga dalam campuran tersebut. Syarat rongga dalam campuran, untuk campuran Lapis

Tipis Beton Aspal (Laston) dan Lapis Beton Aspal (Laston), berturut-turut ialah sebesar (4,0–6,0)% dan (3,0–5,0)%. Rongga dalam campuran ini didapat berdasarkan pengujian Berat Jenis Maksimum Agregat (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018 menyebutkan bahwa semua jenis campuran beraspal yang telah dipadatkan tidak boleh memiliki kepadatan kurang dari 97% Kepadatan Standar Kerja yang tertera pada *Job Mix Formula* (JMF) untuk Laston dan 98% untuk semua campuran beraspal lainnya (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018).

Rongga dalam campuran memengaruhi kecepatan pengerasan aspal yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai penetrasi aspal. Perkerasan dengan rongga udara yang besar akan menghasilkan penurunan penetrasi yang besar, sebagai akibat terjadinya oksidasi dan polimerisasi. Perkerasan dengan rongga yang baik, menyebabkan oksidasi akan berjalan lebih lama dan sinar matahari lebih susah menembus, sehingga aspal akan mempertahankan nilai penetrasi yang lebih tinggi, sehingga perkerasan dapat berumur lama (Suroso, 2008).

Jalan nasional dan jalan provinsi sering mengalami kerusakan struktural sebelum usia layanan tercapai. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa kegagalan konstruksi jalan disebabkan tidak tercapainya kualitas pelaksanaan pekerjaan sesuai standar mutu. Kegagalan mutu perkerasan jalan dapat disebabkan oleh banyak hal, yang di antaranya adalah: (1) kesalahan perancangan perkerasan; (2) ketidaksesuaian pelaksanaan konstruksi perkerasan dengan spesifikasi teknis; (3) ketidaksesuaian laporan administrasi proyek terhadap fakta lapangan; dan (4) ketidaktepatan pengendalian mutu pelaksanaan pekerjaan terhadap standar mutu yang digunakan (Mulyono, 2007).

Campuran beraspal dengan rongga udara antara 7% hingga 13% akan mengalami kehilangan kekuatan dan mengalami deformasi yang lebih besar daripada campuran beraspal dengan rongga udara kurang dari 7%. Campuran dengan rongga udara yang besar akan mengalami kerusakan yang cepat akibat kelembaban dan kerusakan tersebut akan berkembang dengan cepat (Che et al., 2021).

Studi ini bertujuan untuk menentukan rongga yang terdapat di lapis permukaan ruas jalan setelah 2 tahun masa layan, mengidentifikasi kondisi lapis permukaan, dan menganalisis pengaruh rongga udara pada campuran beraspal terhadap kondisi perkerasan jalan. Sebagai studi kasus dipilih ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading, yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun melalui beberapa tahapan untuk menghasilkan kesimpulan, yaitu: (1) tahap persiapan; (2) pengumpulan data; dan (3) analisis dan pembahasan. Tahap persiapan berisi kegiatan untuk melaksanakan penelitian, yang meliputi: (1) identifikasi masalah; (2) rumusan masalah; (3) pemahaman studi literatur atau tinjauan pustaka dan landasan teori; (4) batasan penelitian; dan (5) rencana kerja dan pelaksanaan survei.

Tahap pengumpulan data meliputi pengumpulan data sekunder dan pengumpulan data primer. Data sekunder didapat secara instansional dan data primer didapat melalui studi langsung di lapangan.

Data sekunder yang didapat terdiri atas informasi singkat pembangunan ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading, *Design Mix Formula* (DMF), curah hujan di lokasi penelitian, dan volume lalu lintas rencana.

Ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading merupakan ruas jalan alternatif luar kota, yang menghubungkan Yogyakarta dan Wonosari, dengan konfigurasi 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD), tipe alinyemen perbukitan, dan mempunyai kapasitas dasar 3.000 smp/jam. Ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading merupakan jalan Kolektor Primer II dan direncanakan dapat melayani lalu lintas selama 20 tahun. Pembangunan jalan mulai dilaksanakan pada tanggal 26 Februari 2018 dan berakhir pada tanggal 22 November 2018, dengan panjang jalan efektif 4,0 km dan lebar jalan 7,0 m.

DMF merupakan rancangan karakteristik campuran beraspal di laboratorium yang memenuhi spesifikasi teknik yang menjadi acuan (Pompana et al., 2018). Pengujian Marshall memberi hasil pengujian VIM sebesar 4,47%, berat jenis campuran sebesar 2,294 gr/ml, kadar aspal optimum sebesar 5,98%, dan berat jenis maksimum campuran (Gmm) sebesar 2,402 gr/ml.

Data curah hujan di lokasi penelitian, yaitu di Kabupaten Gunung Kidul, lebih tinggi daripada 900 mm/thn, atau termasuk curah hujan tinggi. Curah hujan pada tahun-tahun 2018, 2019, dan 2020 berturut-turut sebesar 2.144; 1.837; dan 2.327 mm/tahun.

Data volume lalu lintas rencana yang digunakan untuk merancang pembangunan ruas jalan tersebut merupakan data yang dikumpulkan dari ruas jalan yang dekat dengan lokasi pembangunan ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading. Survei lalu lintas dilakukan pada tahun 2017, dimulai dari pukul 06.00 dan berakhir pada pukul 22.00 WIB atau 16 jam survei. Hasil survei menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pukul 15.00 hingga pukul 16.00, yaitu 1.502 kendaraan per jam.

Data primer pada penelitian ini didapat dari pengamatan secara langsung di lokasi studi. Data primer yang didapat meliputi: (1) data tebal dan kepadatan campuran beraspal; (2) kondisi perkerasan; dan (3) volume lalu lintas.

Tebal dan kepadatan campuran beraspal diketahui dari pengambilan benda uji inti sebanyak 40 buah dengan menggunakan alat *coredrill*, dari setiap 200 m di tiap lajur. Benda-benda uji inti ini dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian kepadatan, dengan menggunakan Persamaan 2 (BSN, 2002).

$$Gmb = \frac{\text{Berat Kering}}{SSD - \text{Berat Dalam Air}} \quad (2)$$

dengan:

Bulk Spesific Grafity (Gmb) = Berat campuran beraspal padat (gr/cm³);
Berat Kering = Berat benda uji dalam keadaan kering (gr);

SSD (*Saturated Surface Dry*) = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr);
Berat Dalam Air = Berat benda uji terendam (gr).

Kepadatan campuran digunakan untuk mengidentifikasi rongga udara yang terjadi dalam campuran, dengan membandingkan Gmm dengan Gmb, sesuai dengan Persamaan 3 (BSN, 2002).

$$VIM = 100 \times \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \quad (3)$$

dengan:

VIM = jumlah udara dalam campuran (%);

Gmm = Berat jenis maksimum campuran (gr/cm³).

Penilaian kondisi jalan dengan metode PCI di lokasi penelitian dilakukan dengan tahapan: (1) menghitung kadar kerusakan; (2) menentukan *deduct value*; (3) menentukan *Total Deduct Value* (TDV); (4) menentukan *Corrected Deduct*; dan (5) menghitung nilai PCI unit. Survei kondisi jalan di ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading menemukan beberapa jenis kerusakan berupa pelepasan bahan pengikat, pelepasan material halus, dan deformasi. Kerusakan berupa pelepasan bahan pengikat dan pelepasan material halus ditemui di seluruh lapis permukaan dengan tingkat kerusakan yang berbeda, sedangkan kerusakan deformasi ditemui di lokasi *abutment* jembatan serta di lokasi yang dekat dengan perkebunan.

Survei volume lalu lintas digunakan untuk membandingkan volume rencana dan volume aktual saat penelitian. Survei volume lalu lintas aktual dilakukan tidak untuk mengidentifikasi volume lalu lintas harian di ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading, tetapi untuk mengidentifikasi perbandingan volume lalu lintas rencana dengan volume lalu lintas aktual. Pelaksanaan survei volume lalu lintas aktual dilakukan saat 3 jam volume yang terbanyak saat survei perencanaan untuk menghasilkan perbandingan antara volume lalu lintas rencana dan volume lalu lintas aktual. Hasil survei yang dilakukan pada pukul 15.00-16.00 menunjukkan bahwa volume kendaraan yang melewati ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading adalah 231 kendaraan atau 6,5 kali lebih sedikit daripada volume kendaraan rencana, yaitu sebanyak 1.502 kendaraan.

Tahap analisis dan pembahasan diawali dengan analisis ketebalan dan persentase rongga udara, yang didapat dari pengambilan sampel di lokasi studi dan selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium; Pada studi ini penilaian kondisi jalan dilakukan dengan metode PCI. Selanjutnya, dilakukan analisis pengaruh persentase rongga udara terhadap kondisi perkerasan.

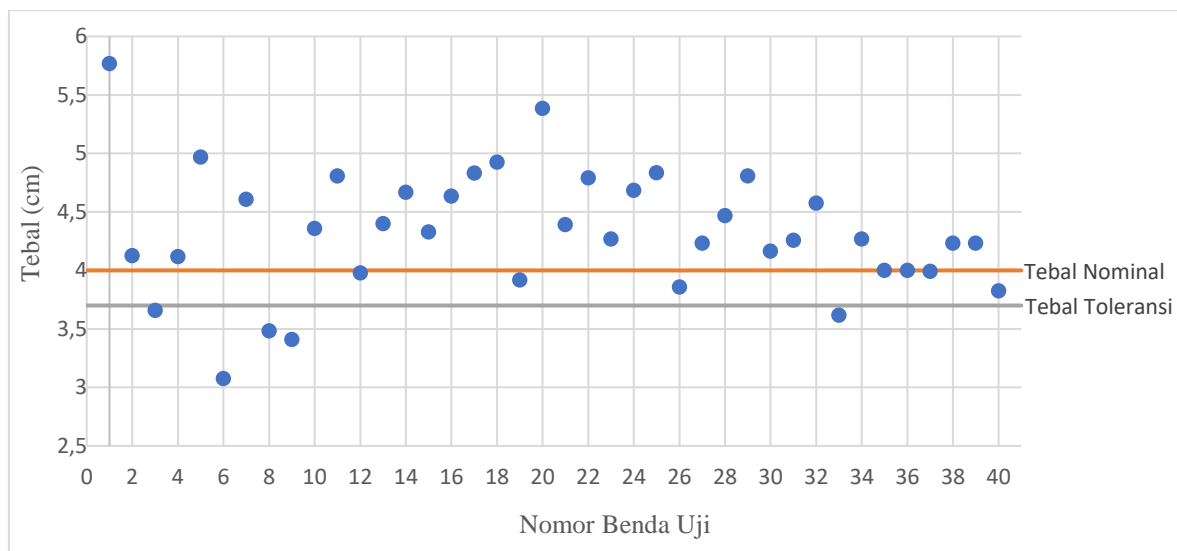
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ketebalan dan Persentase Rongga Udara

Pengujian ketebalan dan persentase rongga udara dilakukan dengan mengambil benda uji dengan alat *coredrill*. Benda uji inti yang diperoleh berbentuk silinder dengan ketebalan sesuai dengan tebal lapis campuran beraspal terhampar.

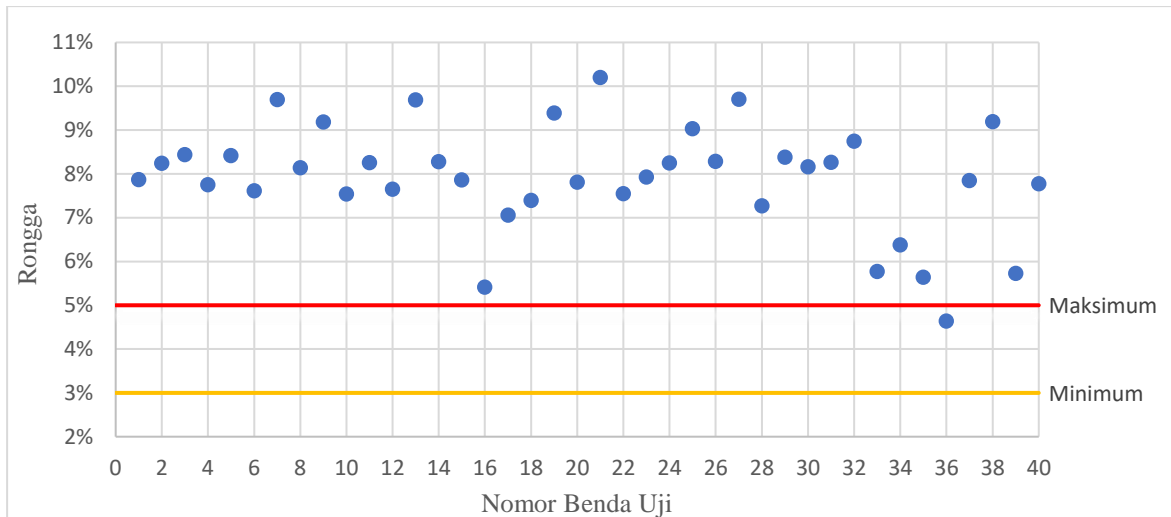
Pengambilan benda uji inti dimaksudkan untuk mengidentifikasi ketebalan lapis permukaan. Setelah 2 tahun masa layan, ketebalan rata-rata lapis permukaan ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading adalah 4,32 cm, dan tebal rata-rata ini memenuhi syarat tebal nominal rencana, yaitu 4,00 cm. Tetapi terdapat juga tebal lapis permukaan yang kurang dari tebal nominal, yaitu sebanyak 8 titik dari 40 titik benda uji atau 20% terhadap ukuran sampel, dengan ketebalan antara 3,08 cm sampai dengan 3,92 cm.

Lapis permukaan di ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading tidak termasuk lapis perata. Toleransi tebal yang masih dapat diterima adalah 3,0 mm terhadap tebal minimum, sehingga tebal minimum yang dapat diterima adalah 3,7 cm. Tebal lapis permukaan yang kurang dari nominal, setelah toleransi sebesar 3,0 mm, hanya sebanyak 5 titik sampel, dengan sebaran tebal lapis permukaan seperti yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar12 Sebaran Tebal Perkerasan Permukaan Jalan Ngalang–Nguwot–Gading

Perhitungan persentase rongga udara dalam campuran dilakukan dengan membandingkan berat isi teoritis campuran laboratorium (Gmm) dengan berat isi benda uji hasil *coring* (Gmb) sesuai dengan Persamaan (3). Dari hasil perhitungan perbandingan Gmm dan Gmb lapis permukaan setelah 2 tahun masa layan didapat rata-rata persentase rongga udara dalam campuran sebesar 7,91%, dengan persentase rongga udara terbesar adalah 10,20% dan yang terkecil adalah 4,64%. Sebaran persentase rongga yang terdapat dalam campuran beraspal ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Sebaran Persentase Rongga Campuran Beraspal Jalan Ngalang–Nguwot–Gading

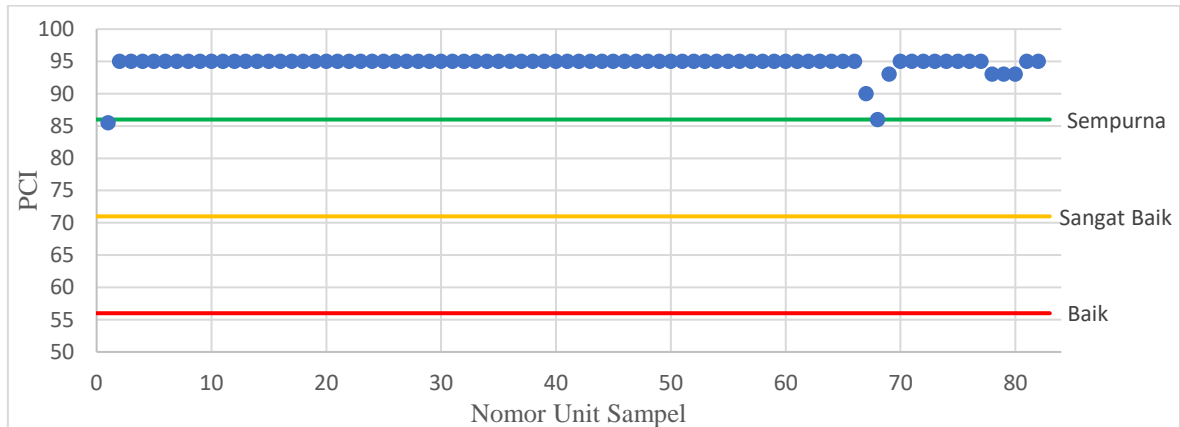
Pada Gambar 2, yang memperlihatkan sebaran rongga udara yang terdapat dalam campuran beraspal lapis permukaan ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading, terlihat bahwa 97,5% benda uji tidak memenuhi persyaratan rongga yang terdapat dalam campuran untuk lapis permukaan. Kepadatan campuran beraspal di lokasi yang kurang dari spesifikasi dapat terjadi karena beberapa hal, seperti kualitas campuran yang tidak sesuai dengan spesifikasi, temperatur pemadatan lebih rendah daripada yang disyaratkan, dan kurangnya jumlah lintasan pemadatan.

Nilai tebal lapisan dan persentase rongga dalam campuran secara berangsur berkurang, karena adanya lalu lintas yang membebani ruas jalan sampai tercapai kepadatan membal atau kepadatan maksimum yang dapat dicapai oleh campuran, sehingga tidak dapat menjadi lebih padat lagi. Lalu lintas kendaraan dapat menyebabkan pemadatan di ruas jalan, sehingga dimungkinkan persentase rongga dalam campuran pada saat awal pembukaan ruas jalan memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai maksimum yang ditampilkan di Gambar 2.

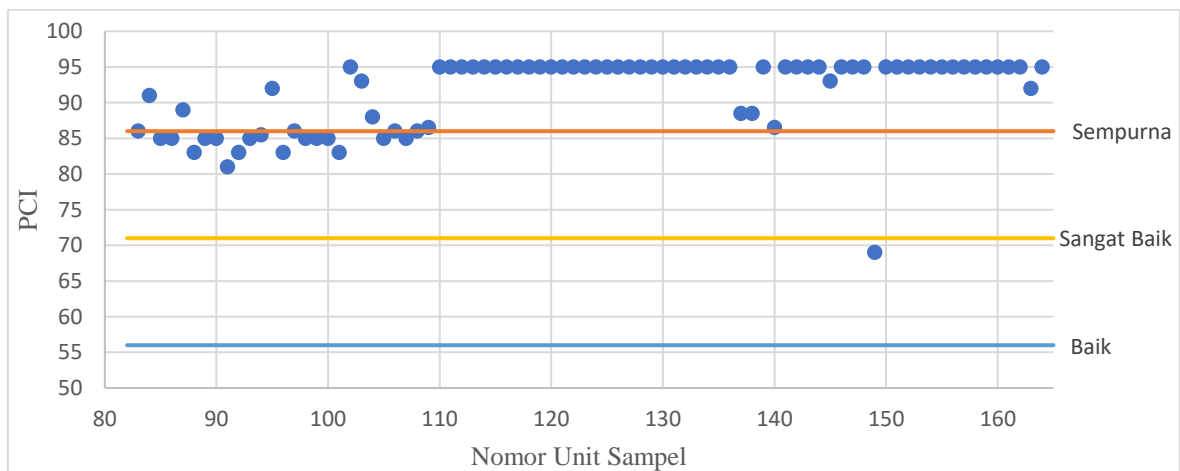
Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan

Ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading memiliki panjang 4,0 km dan lebar 7,0 m. Pengamatan lapangan dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 164 unit sampel, yang selanjutnya dikelompokkan menjadi 82 unit sampel untuk lajur kiri dan 82 unit sampel untuk lajur kanan, yang memiliki luasan 175m². Penentuan luasan unit sampel penelitian ini mengacu pada standar ASTM (2011), yang merekomendasikan luasan minimal unit sampel adalah 130m² hingga luasan maksimal adalah 320m². Kerusakan yang ditemukan termasuk jenis kerusakan pelepasan bahan ikat dan pelepasan material agregat halus, yang disebabkan oleh kualitas campuran yang tidak memenuhi persyaratan, oksidasi, dan pemadatan yang tidak memenuhi persyaratan serta kerusakan deformasi yang diakibatkan oleh penurunan lapisan tanah dasar atau lapis pondasi, sehingga lapis permukaan menurun mengikuti lapisan di bawahnya.

Lajur kiri dan lajur kanan perkerasan beraspal memiliki kondisi yang berbeda. Kondisi perkerasan beraspal di lajur kiri menunjukkan 1 unit sampel termasuk kategori kondisi sangat baik dan 81 unit sampel termasuk kategori kondisi sempurna. Sedangkan kondisi lajur kanan menunjukkan 62 unit sampel termasuk kondisi sempurna, 18 unit sampel termasuk kondisi sangat baik dan 2 unit sampel dalam kondisi baik. Secara keseluruhan, nilai rata-rata PCI lapis perkerasan beraspal adalah 92,96, dengan nilai untuk lajur kiri sebesar 94,62 dan nilai untuk lajur kanan sebesar 91,31. Sebaran nilai PCI di lajur kiri dan di lajur kanan ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Sebaran Nilai PCI Lajur Kiri Ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading



Gambar 4 Sebaran Nilai PCI Lajur Kanan Ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading

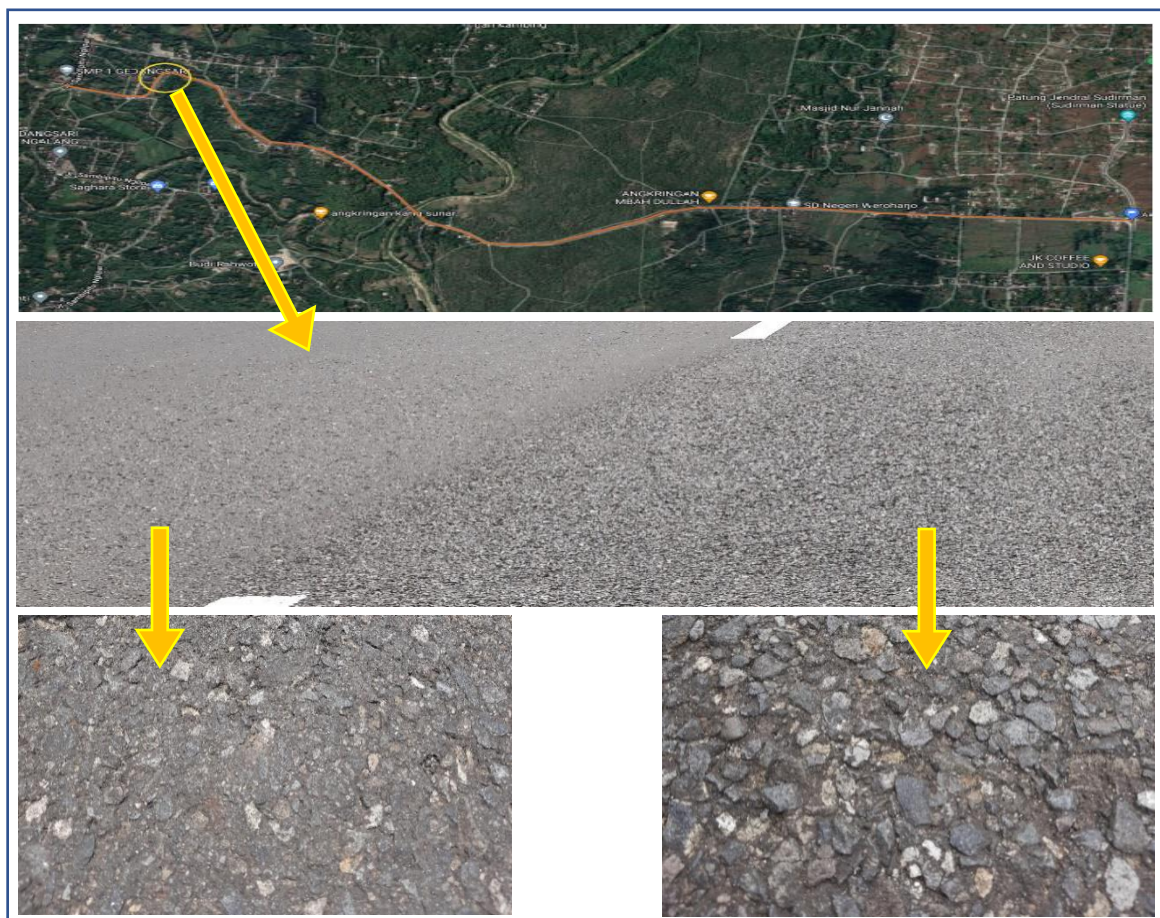
Pengaruh Persentase Rongga Udara Terhadap Kondisi Perkerasan

Setiap sampel yang diambil dengan alat *coredrill* dapat digunakan untuk mengidentifikasi persentase rongga udara, sedangkan pemeriksaan kondisi jalan pada studi ini dilakukan dengan menggunakan metode PCI. Hubungan antara persentase rongga udara dalam campuran dan kondisi perkerasan beraspal dapat diketahui dari jenis kerusakan jalan yang terjadi. Jenis kerusakan jalan yang dominan adalah jenis kerusakan pelepasan bahan

pengikat dan pelepasan agregat halus (lihat Gambar 5), yang disebabkan oleh pemadatan yang tidak memenuhi syarat, kadar aspal yang tidak memenuhi spesifikasi, dan volume lalu lintas aktual yang melebihi volume lalu lintas rencana.

Analisis penyebab kerusakan jalan yang terjadi di ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading adalah sebagai berikut:

- 1) Pemadatan tidak memenuhi spesifikasi; persentase rongga udara yang terjadi di ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading adalah 7,91%, atau lebih tinggi 2,91% dari spesifikasi, yaitu sebesar 5%. Persentase rongga udara yang lebih besar dari 5% ini memengaruhi kondisi perkerasan jalan.
- 2) Kadar aspal campuran sesuai dengan kadar aspal optimum yang direncanakan, yaitu sebesar 5,98%. Dengan demikian kadar aspal di ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading tidak memengaruhi kondisi perkerasan jalan.
- 3) Volume lalu lintas kendaraan aktual adalah sebesar 231 kendaraan/jam; nilai volume lalu lintas ini lebih kecil daripada volume lalu lintas kendaraan rencana, yaitu sebesar 1.502 kendaraan/jam. Dengan demikian volume lalu lintas aktual tidak memengaruhi kondisi perkerasan jalan.



Gambar 5 Jenis Kerusakan Pelepasan Bahan Pengikat dan Pelepasan Agregat Halus di Ruas Jalan Ngalang–Nguwot–Gading

KESIMPULAN

Pada studi ini dilakukan pengamatan pengaruh kepadatan campuran beraspal terhadap kerusakan perkerasan beraspal selama masa pelayanan. Sebagai objek pengamatan adalah ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading, di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase rongga udara rata-rata yang terdapat di ruas jalan Ngalang–Nguwot–Gading adalah 7,91%. Nilai ini melebihi persyaratan rongga udara, yaitu sebesar 5%.

Kondisi perkerasan beraspal di lajur kiri dan di lajur kanan berbeda. Kondisi perkerasan di lajur kiri menunjukkan adanya 1 unit sampel yang termasuk kategori kondisi sangat baik dan 81 unit sampel termasuk kategori kondisi sempurna. Di lajur kanan terdapat 62 unit sampel dengan kondisi sempurna, 18 unit sampel dengan kondisi sangat baik, dan 2 unit sampel dengan kondisi baik.

Studi ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara persentase rongga dalam campuran beraspal dan kondisi perkerasan beraspal yang ditentukan dengan menggunakan metode PCI. Nilai PCI perkerasan menurun akibat meningkatnya persentase rongga dalam campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2011. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys; ASTM D6433-11*. West Conshohocken, PA.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Metode Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal*. Jakarta.
- Che, T., Pan, B., Sha, D., Zhang, Y., dan You, Z. 2021, *Relationship between Air Voids and Permeability: Effect on Water Scouring Resistance in HMA*. ASCE Library. Reston, VA.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Mulyono, A.T. 2007. *Model Monitoring dan Evaluasi Pemberlakuan Standar Mutu Perkerasan Jalan Berbasis Pendekatan Sistemik*. Disertasi tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta.
- Pompana, T., Elisabeth, L., dan Kaseke, O.H. 2018. *Identifikasi Ketidaktepatan Komposisi Campuran Aspal Panas antara Rancangan di Laboratorium (Design Mix*

Formula) dengan Pencampuran di Asphalt Mixing Plant (Job Mix Formula). Jurnal Sipil Statik, 6 (10): 2337–6732.

Suroso, T.W. 2008. *Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini pada Perkerasan Jalan*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.