



Pengaruh Penambahan Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus Menggunakan Aspal PG 70

Moch Rizqi Sugiarto^{1✉}, Aditya Rizkiardi¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

DOI: [10.31004/jutin.v9i2.57126](https://doi.org/10.31004/jutin.v9i2.57126)

✉ Corresponding author:

[1432200123@surel.untag-sby.ac.id, adityarizkiardi@untag-sby.ac.id]

Article Info	Abstrak
Kata kunci: <i>Aspal Porus;</i> <i>Polyethylene Terephthalate (PET);</i> <i>Karakteristik Marshall;</i> <i>Cantabro Loss;</i> <i>Asphalt Flow Down</i>	Aspal porus merupakan campuran beraspal bergradasi terbuka dengan rongga udara tinggi yang memungkinkan air mengalir melalui lapisan perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan limbah plastik <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET) terhadap karakteristik campuran aspal porus. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan aspal <i>Performance Grade</i> (PG) 70 melalui metode pencampuran kering (<i>dry process</i>) dengan variasi kadar PET sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap berat aspal. Pengujian mengacu pada spesifikasi AAPA (2004) dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6%. Parameter yang dianalisis meliputi <i>Marshall Stability</i>, <i>Flow</i>, <i>Marshall Quotient</i>, <i>Cantabro Loss</i>, <i>Asphalt Flow Down</i>, dan <i>Permeability</i>. Hasil menunjukkan <i>stability</i> tertinggi sebesar 1245,81 kg pada kadar PET 7,5% dan <i>Cantabro Loss</i> terendah sebesar 7,32% pada kadar PET 2,5%. Nilai <i>Permeability</i> berkisar antara 0,13–0,15 cm/s. Secara keseluruhan, kadar PET 2,5% memberikan kinerja campuran yang paling optimal.
Keywords: <i>Porous Asphalt</i> <i>Polyethylene Terephthalate (PET);</i> <i>Marshall Characteristics;</i> <i>Cantabro loss;</i> <i>Asphalt Flow Down</i>	Abstract <i>Porous asphalt is an open-graded asphalt mixture with high air voids that allows water to flow through the pavement layer. This study aims to evaluate the effect of adding Polyethylene Terephthalate (PET) plastic waste on the characteristics of porous asphalt mixtures. The study was conducted experimentally using Performance Grade (PG) 70 asphalt via the dry mixing method with PET content variations of 0%, 2.5%, 5%, and 7.5% by weight of the asphalt. Testing was based on AAPA (2004) specifications with an Optimum Asphalt Content (OAC) of 6%. The analyzed parameters included Marshall Stability, Flow, Marshall Quotient, Cantabro Loss, Asphalt Flow Down, and Permeability. The results showed the highest stability of 1245.81 kg at a PET content of 7.5% and the lowest Cantabro Loss of 7.32% at a PET content of 2.5%. Permeability values ranged from 0.13–0.15 cm/s. Overall, a PET content of 2.5% provided the most optimal mixture performance.</i>

1. PENDAHULUAN

Produksi plastik global terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dan menjadi salah satu penyumbang pencemaran lingkungan. Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan turut berkontribusi terhadap akumulasi limbah plastik di lingkungan (Sari et al., 2025).

Polyethylene Terephthalate (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang banyak digunakan dalam berbagai produk. PET adalah polimer termoplastik semikristalin yang memiliki kekuatan mekanik serta ketahanan kimia yang baik, dan umum digunakan dalam produk seperti botol minuman dan kemasan makanan (Wahyu Utomo & Arfiana, 2023). Selain itu, PET memiliki sifat termoplastik dan dapat berperan sebagai bahan perekat dalam campuran beraspal, serta memiliki kekuatan yang tinggi dan ketahanan terhadap deformasi (Mouwlaka et al., 2024). Sifat-sifat tersebut menunjukkan bahwa PET berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beraspal.

Dalam konstruksi jalan, salah satu jenis campuran beraspal yang digunakan adalah aspal porus. Campuran ini memiliki rongga udara tinggi yang memungkinkan air mengalir melalui lapisan perkerasan. Namun, tingginya rongga udara tersebut menyebabkan stabilitas campuran relatif rendah, sehingga diperlukan material tambahan untuk meningkatkan kinerja campuran (Zukisa et al., 2023). Dalam upaya meningkatkan kinerja tersebut, berbagai penelitian telah dilakukan dengan memanfaatkan bahan tambah, salah satunya adalah limbah PET.

Pemanfaatan limbah PET pada campuran aspal porus telah dilaporkan dalam beberapa penelitian. Penambahan PET diketahui dapat meningkatkan nilai stabilitas dan *Marshall Quotient*, serta menurunkan nilai *Cantabro Loss* dan *Asphalt Flow Down* (Arif et al., 2023). Selain itu, sifat termoplastik PET memungkinkan material ini memengaruhi struktur campuran beraspal (Zukisa et al., 2023).

Selain jenis material, proses pencampuran juga memengaruhi karakteristik campuran beraspal. Pencampuran limbah plastik dapat dilakukan melalui metode kering (*dry process*) dan metode basah (*wet process*), yang dibedakan berdasarkan urutan pencampuran material. Pada metode kering, limbah plastik dicampurkan terlebih dahulu dengan agregat sebelum penambahan aspal (Saputro et al., 2022).

Selain proses pencampuran, pemilihan bahan pengikat juga merupakan faktor penting dalam menentukan kinerja campuran beraspal. Campuran aspal porus memiliki stabilitas yang relatif rendah dan dipengaruhi oleh kualitas bahan pengikat (Zukisa et al., 2023). Aspal *Performance Grade* (PG) merupakan jenis aspal modifikasi yang dirancang untuk meningkatkan kinerja campuran terhadap pengaruh temperatur dan beban lalu (Rizaldi Absyah & Hartatik, 2023).

Aspal *Performance Grade* (PG) 70 memiliki karakteristik viskositas dan titik lembek yang lebih tinggi serta ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi dibandingkan aspal konvensional. Selain itu, aspal PG 70 memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengisi rongga dalam campuran, sehingga berpotensi meningkatkan kinerja campuran aspal porus (Pratama & Haratama, 2024).

Meskipun pemanfaatan PET dalam campuran beraspal telah banyak diteliti, kajian mengenai penggunaan PET pada campuran aspal porus dengan aspal *Performance Grade* 70 masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengevaluasi pengaruh penambahan PET terhadap karakteristik campuran tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) terhadap karakteristik campuran aspal porus menggunakan aspal *Performance Grade* (PG) 70.

2. METODE

2.1 Material

Penelitian ini menggunakan agregat kasar dan agregat halus sebagai penyusun utama campuran. Agregat berasal dari hasil pemecahan batu (*stone crusher*) dan memenuhi persyaratan gradasi untuk campuran aspal porus tipe *Open Graded Asphalt* (OGA) 14 sesuai spesifikasi AAPA (2004).

Pengujian karakteristik agregat meliputi analisa saringan menggunakan SNI ASTM C136-2012. Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan berdasarkan jenis agregat, yaitu menggunakan (SNI 1969:2016) untuk agregat kasar dan (SNI 1970:2016) untuk agregat halus, sedangkan pengujian keausan agregat menggunakan (SNI 2417:2008).

Filler yang digunakan berupa abu batu kapur yang lolos saringan nomor 200. Pengujian filler meliputi analisa saringan menggunakan SNI ASTM C136-2012 serta pengujian berat jenis menggunakan (SNI 1970:2016).

Aspal *Performance Grade* (PG) 70 digunakan sebagai bahan pengikat. Pengujian sifat fisik aspal meliputi penetrasi menggunakan (SNI 2432:2011), titik lembek menggunakan (SNI 2434:2011), titik nyala menggunakan (SNI 2433:2011), dan berat jenis menggunakan (SNI 2441:2011). Limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) digunakan sebagai bahan tambah yang berasal dari botol plastik bekas yang telah dibersihkan, dikeringkan, dan dipotong dengan ukuran ± 5 mm sebelum digunakan. Seluruh bahan yang digunakan telah memenuhi persyaratan dalam penelitian ini.

2.2 Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran dilakukan berdasarkan spesifikasi (*Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA), 2004) dengan menggunakan gradasi agregat terbuka tipe *Open Graded Asphalt* (OGA) 14. Variasi kadar PET yang digunakan adalah 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% terhadap berat aspal. Kadar Aspal Optimum (KAO) ditetapkan sebesar 6% berdasarkan hasil perencanaan campuran yang memenuhi persyaratan spesifikasi AAPA (2004), dan digunakan sebagai kadar tetap pada seluruh variasi campuran.

2.3 Metode Pencampuran

Pencampuran dilakukan dengan metode kering (*dry process*), yaitu limbah PET dicampurkan terlebih dahulu dengan agregat yang telah dipanaskan, kemudian aspal *Performance Grade* (PG) 70 ditambahkan dan diaduk hingga tercampur secara homogen. Campuran yang telah homogen kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan menggunakan alat *Marshall* dengan 50 tumbukan pada setiap sisi benda uji. Setiap variasi kadar PET dibuat sebanyak tiga benda uji untuk memperoleh hasil yang representatif.

2.4 Pengujian Marshall

Pengujian *Marshall* dilakukan mengacu pada (SNI 06-2489-1991) untuk menentukan nilai *Marshall Stability*, *Flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Benda uji direndam dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit sebelum pengujian. Selanjutnya, benda uji ditempatkan pada alat *Marshall* dan diberikan pembebanan dengan kecepatan tetap hingga mencapai beban maksimum. Nilai *Stability* dicatat sebagai beban maksimum yang mampu ditahan benda uji, sedangkan nilai *Flow* dicatat sebagai deformasi pada saat beban maksimum tercapai. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) diperoleh dari perbandingan antara nilai *stability* dan *Flow*.

2.5 Pengujian Cantabro Loss

Pengujian *Cantabro Loss* (CL) dilakukan mengacu pada ASTM D7064 untuk mengevaluasi ketahanan campuran terhadap kehilangan agregat akibat abrasi. Benda uji dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles Abrasion* tanpa bola baja dan diputar sebanyak 300 putaran. Nilai *Cantabro Loss* dihitung berdasarkan persentase kehilangan berat benda uji setelah pengujian, yang menunjukkan tingkat ketahanan campuran terhadap disintegrasi.

2.6 Pengujian Asphalt Flow Down

Pengujian *Asphalt Flow Down* (AFD) dilakukan mengacu pada ASTM D6390 untuk mengetahui kecenderungan aspal mengalir turun dari campuran pada suhu tinggi. Sampel campuran ditempatkan dalam wadah uji dan dipanaskan pada suhu tertentu, kemudian dihitung jumlah aspal yang mengalir keluar dari campuran. Nilai *Asphalt Flow Down* menunjukkan kestabilan aspal dalam campuran selama proses pencampuran dan pemadatan.

2.7 Pengujian Permeability

Pengujian *Permeability* dilakukan untuk mengetahui kemampuan campuran aspal porus dalam meloloskan air melalui rongga. Benda uji ditempatkan dalam cetakan (*mold*), kemudian air sebanyak 1 liter dialirkan melalui benda uji. Waktu yang dibutuhkan air untuk melewati benda uji diukur menggunakan *stopwatch*. Selain itu, tinggi benda uji juga diukur sebagai parameter pendukung dalam analisis *permeability*. Nilai *permeability* ditentukan berdasarkan hubungan antara volume air, waktu aliran, dan tinggi benda uji. Pengujian dilakukan setelah diperoleh KAO, dan hasilnya dibandingkan dengan spesifikasi AAPA (2004).

2.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil setiap parameter pengujian terhadap spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association* (AAPA, 2004) untuk mengevaluasi karakteristik campuran aspal porus. Parameter yang dianalisis meliputi *Marshall Stability*, *Flow*, *Marshall Quotient*, *Cantabro Loss*, *Asphalt Flow Down*, dan *Permeability*. Selain itu, dilakukan analisis terhadap perubahan nilai setiap parameter akibat variasi kadar PET untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan PET terhadap karakteristik campuran. Analisis dilakukan secara komparatif antar variasi kadar PET berdasarkan nilai parameter yang diperoleh.

Penentuan kadar PET optimum dilakukan berdasarkan parameter yang memenuhi kriteria spesifikasi AAPA (2004) dengan mempertimbangkan aspek stabilitas, durabilitas, dan kemampuan drainase campuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian

Rekapitulasi hasil pengujian campuran aspal porus dengan variasi kadar PET disajikan pada Tabel 1. Parameter yang diuji meliputi *Marshall Stability*, *Flow*, *Marshall Quotient*, *Cantabro Loss*, *Asphalt Flow Down*, dan *Permeability*. Data hasil pengujian digunakan untuk menganalisis pengaruh penambahan PET terhadap karakteristik campuran serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan spesifikasi AAPA (2004).

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Campuran Aspal Porus dengan Variasi PET

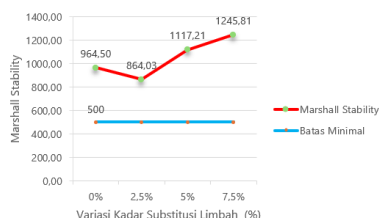
Parameter	0	2,5%	5%	7,5%	Spesifikasi AAPA 2004
<i>Marshall Stability</i> (kg)	964,50	864,03	1117,21	1245,81	≥ 500
<i>Flow</i> (mm)	1,75	2,00	1,42	1,25	2–6
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	556,02	444,82	869,66	1008,97	≤ 400
<i>Cantabro Loss</i> (%)	11,10	7,32	13,43	29,95	≤ 35
<i>Asphalt Flow Down</i> (%)	0,29	0,26	0,23	0,17	≤ 0,3
<i>Permeability</i> (cm/s)	0,13	0,15	0,14	0,14	0,1–0,5

Berdasarkan Tabel 1, nilai *Marshall Stability* dan *Marshall Quotient* menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya kadar PET, sedangkan nilai *Flow* menunjukkan kecenderungan menurun. Nilai *Flow* hanya memenuhi spesifikasi pada kadar PET 2,5%, sementara variasi lainnya berada di bawah batas minimum yang ditetapkan. Nilai *Cantabro Loss* menunjukkan nilai terendah pada kadar PET 2,5% dan tertinggi pada kadar PET 7,5%, dengan seluruh variasi masih memenuhi batas maksimum spesifikasi. Nilai *Asphalt Flow Down* menunjukkan kecenderungan menurun dan seluruh variasi memenuhi batas maksimum yang ditetapkan.

Nilai *Permeability* berada pada kisaran 0,13–0,15 cm/s dan masih memenuhi spesifikasi AAPA (2004). Namun demikian, nilai *Marshall Quotient* pada seluruh variasi melebihi batas maksimum spesifikasi. Secara umum, perubahan nilai *Marshall Stability*, *Marshall Quotient*, dan *Flow* menunjukkan adanya perbedaan karakteristik campuran pada setiap variasi kadar PET. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, variasi kadar PET 2,5% memenuhi spesifikasi *Flow* dan *Cantabro Loss*, sedangkan variasi lainnya tidak memenuhi kedua parameter tersebut secara bersamaan.

3.2 Marshall Stability

Hubungan antara kadar PET terhadap *Marshall Stability* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar PET terhadap Marshall Stability

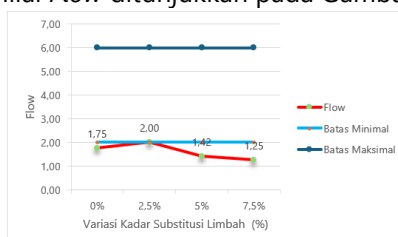
Berdasarkan Gambar 1, nilai *Marshall Stability* menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar PET. Nilai stabilitas terendah diperoleh pada campuran tanpa PET sebesar 964,50 kg, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada kadar PET 7,5% sebesar 1245,81 kg. Peningkatan nilai stabilitas terjadi secara bertahap pada setiap variasi kadar PET.

Pola peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai *Marshall Stability* berlangsung secara konsisten seiring dengan peningkatan kadar PET.

Kecenderungan peningkatan nilai *Marshall Stability* tersebut menunjukkan bahwa penambahan PET memengaruhi kemampuan campuran dalam menahan beban.

3.3 Flow

Hubungan antara kadar PET terhadap nilai *Flow* ditunjukkan pada Gambar 2.

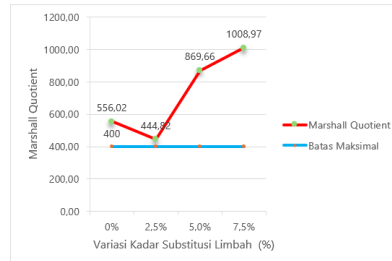


Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar PET terhadap Nilai Flow

Berdasarkan Gambar 2, nilai *Flow* menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan bertambahnya kadar PET, meskipun terjadi peningkatan pada kadar PET 2,5%. Nilai *Flow* tertinggi diperoleh pada kadar PET 2,5% sebesar 2,00 mm, sedangkan nilai terendah terjadi pada kadar PET 7,5% sebesar 1,25 mm. Perubahan nilai *Flow* terjadi pada setiap variasi kadar PET. Pola penurunan tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai *Flow* berlangsung secara konsisten seiring dengan peningkatan kadar PET. Kecenderungan penurunan nilai *Flow* tersebut menunjukkan bahwa penambahan PET memengaruhi besarnya deformasi campuran.

3.4 Marshall Quotient (MQ)

Hubungan antara kadar PET terhadap *Marshall Quotient* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar PET terhadap *Marshall Quotient*

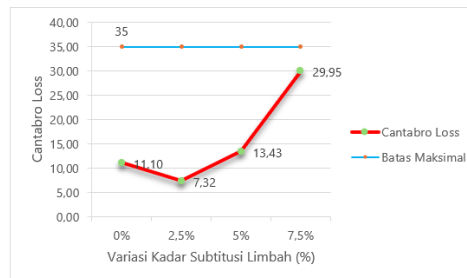
Berdasarkan Gambar 3, nilai *Marshall Quotient* (MQ) menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar PET. Nilai MQ terendah diperoleh pada campuran tanpa PET sebesar 556,02 kg/mm, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada kadar PET 7,5% sebesar 1008,97 kg/mm. Peningkatan nilai MQ terjadi pada setiap variasi kadar PET.

Pola peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai MQ berlangsung secara konsisten seiring dengan peningkatan kadar PET.

Nilai *Marshall Quotient* merupakan perbandingan antara nilai *stability* dan *Flow*, sehingga perubahan nilai MQ mencerminkan perubahan hubungan antara kedua parameter tersebut. Dengan demikian, kecenderungan peningkatan nilai MQ menunjukkan bahwa penambahan PET memengaruhi perbandingan antara *stability* dan *Flow* pada setiap variasi kadar PET.

3.5 Cantabro Loss (CL)

Hubungan antara kadar PET terhadap *Cantabro Loss* ditunjukkan pada Gambar 4.

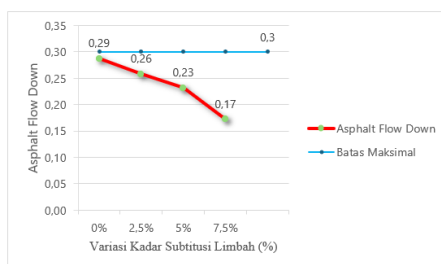


Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar PET terhadap *Cantabro Loss*

Berdasarkan Gambar 4, nilai *Cantabro Loss* menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar PET. Nilai *Cantabro Loss* terendah diperoleh pada kadar PET 2,5% sebesar 7,32%, sedangkan nilai tertinggi terjadi pada kadar PET 7,5% sebesar 29,95%. Peningkatan nilai *Cantabro Loss* terjadi pada setiap variasi kadar PET. Pola peningkatan tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai *Cantabro Loss* berlangsung secara konsisten seiring dengan peningkatan kadar PET. Nilai *Cantabro Loss* menunjukkan besarnya kehilangan agregat pada campuran, sehingga perubahan nilai tersebut mencerminkan perubahan ketahanan campuran terhadap pelepasan agregat. Dengan demikian, kecenderungan peningkatan nilai *Cantabro Loss* menunjukkan bahwa penambahan PET memengaruhi ketahanan campuran terhadap kehilangan agregat pada setiap variasi kadar PET.

3.6 Asphalt Flow Down (AFD)

Hubungan antara kadar PET terhadap *Asphalt Flow Down* ditunjukkan pada Gambar 5.

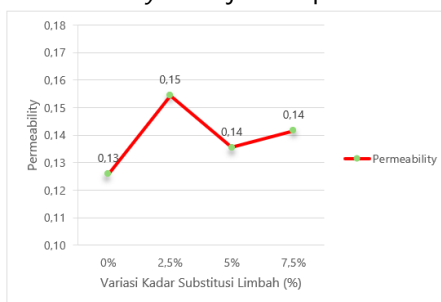


Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar PET terhadap Asphalt Flow Down

Berdasarkan Gambar 5, nilai *Asphalt Flow Down* (AFD) menunjukkan kecenderungan menurun seiring dengan peningkatan kadar PET. Nilai AFD terendah diperoleh pada kadar PET 7,5% sebesar 0,17%. Penurunan nilai AFD terjadi pada setiap variasi kadar PET dan menunjukkan pola perubahan yang konsisten. Pola penurunan tersebut menunjukkan bahwa perubahan nilai AFD berlangsung seiring dengan peningkatan kadar PET. Nilai AFD menggambarkan kecenderungan aspal untuk mengalir keluar dari campuran, sehingga penurunan nilai tersebut menunjukkan adanya perubahan pada kestabilan aspal dalam campuran. Dengan demikian, kecenderungan penurunan nilai *Asphalt Flow Down* menunjukkan bahwa penambahan PET memengaruhi kecenderungan aspal terhadap aliran keluar (*draindown*) pada setiap variasi kadar PET.

3.7 Permeability

Hubungan antara kadar PET terhadap *Permeability* ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar PET terhadap Permeability

Berdasarkan Gambar 6, nilai *Permeability* menunjukkan bahwa variasi kadar PET memberikan pengaruh terhadap kemampuan drainase campuran aspal porous. Nilai permeabilitas berada pada kisaran 0,13–0,15 cm/s dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada setiap variasi kadar PET. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar PET tidak menyebabkan perubahan yang berarti terhadap struktur rongga dalam campuran. Nilai permeabilitas yang relatif konstan mengindikasikan bahwa rongga antar agregat tetap terjaga, sehingga aliran air melalui campuran masih dapat berlangsung dengan baik. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan PET tidak memengaruhi kemampuan drainase campuran secara signifikan. Dengan demikian, penggunaan PET dalam campuran aspal porous tetap mempertahankan fungsi campuran sebagai lapisan dengan kemampuan aliran air yang baik.

4. KESIMPULAN

Penambahan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dengan metode pencampuran kering (*dry process*) memberikan pengaruh terhadap karakteristik campuran aspal porous menggunakan aspal *Performance Grade* (PG) 70. Pada kadar PET 0%, campuran menunjukkan karakteristik dasar tanpa modifikasi. Penambahan PET sebesar 2,5% memberikan kinerja terbaik dengan nilai *Cantabro Loss* terendah sebesar 7,32% serta masih memenuhi nilai *Flow* sesuai spesifikasi AAPA (2004).

Pada kadar PET 5% dan 7,5%, nilai *Marshall Stability* meningkat hingga 1245,8 kg dan *Marshall Quotient* mencapai 1008,97 kg/mm, yang menunjukkan peningkatan kemampuan campuran dalam menahan beban. Namun demikian, peningkatan tersebut diikuti dengan penurunan nilai *Flow* hingga 1,25 mm, yang menunjukkan perubahan deformasi campuran. Nilai *Asphalt Flow Down* menurun hingga 0,17%, yang menunjukkan berkurangnya kecenderungan aspal untuk mengalir keluar dari campuran. Sementara itu, nilai *Permeability* berada pada kisaran 0,13–0,15 cm/s dan masih berada dalam rentang spesifikasi AAPA (2004), sehingga kemampuan drainase campuran tetap terjaga.

Secara keseluruhan, penambahan PET memberikan pengaruh terhadap seluruh parameter campuran, baik stabilitas, deformasi, ketahanan terhadap kehilangan agregat, maupun kecenderungan aliran aspal. Berdasarkan hasil pengujian, kadar PET 2,5% merupakan variasi yang paling optimal karena memberikan keseimbangan kinerja campuran yang paling baik dan memenuhi sebagian besar parameter spesifikasi AAPA (2004).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah PET berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada campuran aspal porus menggunakan aspal PG 70. Namun demikian, penelitian ini masih terbatas pada skala laboratorium, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan penambahan parameter uji, seperti analisis volumetrik (*Void in Mix* dan *Void in Mineral Aggregate*), serta pengujian pada kondisi lapangan untuk memperoleh evaluasi kinerja yang lebih menyeluruh.

5. REFERENSI

- Arif, M. I., Putra, S., Herianto, D., & Sulistyorini, R. (2023). Karakteristik Campuran Aspal Porus Dengan Limbah Plastik Polietilena Tereftalat (PET) Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 11(1), 189–202. <https://doi.org/10.23960/jrsdd.v11i1.3105>
- Australian Asphalt Pavement Association (AAPA). (2004). *National Asphalt Specification (Second Edition)*.
- Mouwlaka, L. H. U. W., Sa'dillah, M., & Pandulu, G. D. (2024). Pengaruh Pengisian Rongga pada Campuran Aspal Porus Menggunakan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 8(1), 30–39. <https://doi.org/10.31961/gradasi.v8i1.2312>
- Pratama, N. G., & Haratama, K. R. (2024). Studi Komparasi Karakteristik dan Nilai Daktilitas Aspal Modifikasi Pg 70 dengan Aspal Pertamina Penetrasi 60/70. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 2(2), 183–189. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n2.p183-189>
- Rizaldi Absyah, M., & Hartatik, N. (2023). Analisis Perbandingan Penggunaan Aspal Pen 60/70 Modif PG 70 dengan Aspal Curah Pada Campuran AC-WC. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(2), 1275–1289. <https://doi.org/https://doi.org/10.46306/tgc.v3i2>
- Saputro, D. T., Suparma, L. B., & Satyarno, I. (2022). Pengaruh Proses Pencampuran Kering dan Basah Terhadap Kekesatan AC-WC Limbah Plastik. *Jurnal Transportasi*, 22(2), 97–108. <https://doi.org/10.26593/jtrans.v22i2.6060.97-108>
- Sari, W. P. P., Fathiyaturahma, A. W., Jati, M. I. P., & Pratama, R. A. P. (2025). Recycle Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) Menjadi Serat Nilon sebagai Perwujudan Sustainable Development dengan Prinsip Green Chemistry: A Review. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 638–646. <https://doi.org/10.14710/jil.23.3.638-646>
- SNI 06-2489-1991. (1991). *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*.
- SNI 1969:2016. (2016). *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- SNI 1970:2016. (2016). *Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- SNI 2417:2008. (2008). *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- SNI 2432:2011. (2011). *Cara uji Penetrasi Aspal*.
- SNI 2433:2011. (2011). *Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal dengan Alat Cleveland Open Cup*.
- SNI 2434:2011. (2011). *Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin dan Bola (Ring and Ball)*.
- SNI 2441:2011. (2011). *Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*.
- Wahyu Utomo, L., & Arfiana, S. (2023). Pemanfaatan Limbah Plastik Daur Ulang dari Polietilen Tereftalat (PET) Sebagai Bahan Tambahan dalam Pembuatan Nanokomposit, Semen Mortar, dan Aspal: Review. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(1), 164–179. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i1.60812>
- Zukisa, Alamsyah, W., & Basrin, D. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik PET sebagai Bahan Substitusi Aspal Porus Penetrasi 60/70. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 122–129. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v18i2.35567>