



**KARAKTERISTIK RAVELLING RESISTANCE, MOISTURE SENSITIVITY, DAN WORKABILITY LASTON AC-WC DENGAN BAHAN TAMBAH POLIVINIL KLORIDA (PVC)**

*Characteristics of Ravelling Resistance, Moisture Sensitivity, and Workability of Laston AC-WC with Polyvinyl Chloride (PVC) Additive Material*

Ayu Kamila Khanza<sup>\*1</sup>, Michael<sup>2</sup>, Helmi Maulana Ramadan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Sumatera

Email: ayu.khanza@si.itera.ac.id

**Abstract**

*This study aims to evaluate the effect of 4% waste addition on the characteristics of the asphalt concrete wearing course (AC-WC) mixture, including raveling resistance, moisture sensitivity, and workability. The study used a dry mix method with 60/70 penetration asphalt, according to the 2018 General Specification of Bina Marga Division 6. The results showed an increase in mixture performance in the Tensile Strength Ratio (TSR) value increasing from 95.10% to 99.86%, and Cantabro Loss decreasing from 5.16% to 3.47%. Workability testing showed that the Void in Mix (VIM) value in the PVC mixture was higher than the control in each impact variation (5–100), indicating that the control was easier to compact. VIM increased in the 5th impact from 14.530% to 15.316% and in the 100th from 3.409% to 4.617%, indicating a slight decrease in compaction ease. This condition occurs because PVC has a relatively high melting point and a rigid molecular structure, so during the compaction process, the PVC particles do not fully soften with the flow of asphalt, which causes more air voids to remain. Overall, the addition of PVC has been shown to effectively increase wear resistance and moisture resistance, with a slight increase in compaction ease.*

**Keywords:** *Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC), Polivinyl Klorida (PVC), Ravelling Resistance, moisture sensitivity, workability*

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penambahan limbah sebesar 4% terhadap karakteristik campuran aspal beton lapis aus (AC-WC), meliputi *ravelling resistance*, *moisture sensitivity*, dan *workability*. Penelitian menggunakan metode *dry mix* dengan aspal penetrasi 60/70, sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6. Hasil menunjukkan peningkatan performa campuran pada nilai *Tensile Strength Ratio (TSR)* naik dari 95,10% menjadi 99,86%, dan *Cantabro Loss* turun dari 5,16% menjadi 3,47%. Pengujian *workability* menunjukkan bahwa nilai *Void in Mix (VIM)* pada campuran PVC lebih tinggi dibanding kontrol di setiap variasi tumbukan (5–100), menandakan kontrol lebih mudah dipadatkan. VIM meningkat pada tumbukan ke 5 naik dari 14,530% menjadi 15,316% dan pada ke-100 dari 3,409% menjadi 4,617%, yang menunjukkan sedikit penurunan kemudahan pemadatan. Kondisi ini terjadi karena PVC memiliki titik leleh relatif tinggi dan struktur molekul kaku, sehingga pada proses pemadatan partikel PVC tidak sepenuhnya melunak mengikuti aliran aspal, yang menyebabkan rongga udara bertahan lebih banyak. Secara keseluruhan, penambahan PVC terbukti efektif meningkatkan ketahanan aus dan ketahanan terhadap kelembapan, dengan sedikit kenaikan nilai pada kemudahan pemadatan.

**Kata Kunci:** *Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC), Polivinyl Klorida (PVC), Ravelling*

*Resistance, moisture sensitivity, workability*

## PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan prasarana angkutan darat yang sangat penting dalam memperlancar kegiatan hubungan perekonomian, baik antara satu kota dengan kota lainnya, antara kota dengan desa, antara satu desa dengan desa lainnya kondisi jalan yang baik akan memudahkan mobilitas penduduk dalam mengadakan hubungan perekonomian dan kegiatan sosial lainnya. Sedangkan jika terjadi kerusakan jalan akan berakibat bukan hanya terhalangnya kegiatan ekonomi dan sosial namun dapat terjadi kecelakaan (Priana, 2018). Prasarana jalan yang terbebani oleh volume lalu lintas yang tinggi dan berulang-ulang akan menyebabkan penurunan kualitas jalan bahkan mengakibatkan kerusakan jalan (Hutahaean, Ginting, & Marsedes, 2023).

Kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan, baik secara struktural maupun fungsional, dapat diidentifikasi melalui pengamatan langsung di lapangan. Oleh karena itu, studi mengenai kondisi jalan sangat penting dilakukan guna memperoleh informasi mengenai jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi. Langkah awal dalam kajian ini biasanya diawali dengan survei visual, yakni dengan melakukan observasi dan penilaian langsung terhadap kerusakan jalan sebagai dasar pertimbangan untuk perencanaan kegiatan pemeliharaan dan rehabilitasi. (Kaliky, Walsen, & Jakob, 2024).

Umumnya konstruksi perkerasan jalan terbagi atas dua jenis yaitu *flexible pavement* (perkerasan lentur) dan *rigid pavement* (perkerasan kaku). Sebagian besar pembuatan jalan di Indonesia menggunakan perkerasan lentur (mantiri, Sendow, & Manoppo, 2019). Perkerasan lentur merupakan hasil campuran antara agregat halus, agregat kasar, filler, dan aspal, di mana aspal berfungsi sebagai perekat antar komponen. Untuk meningkatkan mutu perkerasan maupun stabilitas aspal, terdapat dua pendekatan utama yang dapat dilakukan. Pertama, dengan memodifikasi campuran melalui penggantian sebagian agregat halus atau filler menggunakan bahan tambahan tertentu. Kedua, dengan memodifikasi sifat aspal itu sendiri melalui penambahan zat aditif atau bahan modifikasi aspal (*asphalt modifier*). Aditif tersebut dapat berupa material seperti polimer (plastik), karet (rubber), oksidan, antioksidan, maupun senyawa hidrokarbon lainnya. (Simangunsong, Alkas, & Wati, 2021).

Polyvinyl Chlorida (PVC) merupakan jenis plastik termoplastik yang memiliki karakteristik fisik dan kimia yang unggul, seperti tahan terhadap air, bahan kimia, serta tidak mudah terbakar karena kandungan klorinnya. Selain itu, PVC memiliki kekuatan mekanik yang baik dan tingkat plastisitas tinggi sehingga mudah dibentuk pada suhu tertentu. Karakteristik-karakteristik tersebut menjadikan PVC sebagai bahan yang potensial untuk digunakan dalam campuran aspal, khususnya sebagai bahan modifikasi aspal (Pitanova & Alva, 2023). Penggunaan PVC dalam campuran aspal mampu meningkatkan stabilitas *Marshall*, menurunkan nilai penetrasi sehingga aspal menjadi lebih keras, dan

meningkatkan ketahanan terhadap deformasi plastis serta retak akibat suhu tinggi. Selain meningkatkan performa jalan, pemanfaatan PVC juga memberikan nilai tambah dari sisi lingkungan karena mengurangi limbah plastik yang sulit terurai. Penelitian mengenai pemanfaatan limbah plastik PVC sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton (AC-WC) ini sejalan dengan beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Secara

khusus, penelitian ini mendukung SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) melalui pengembangan teknologi konstruksi jalan yang lebih berkualitas, inovatif, dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan limbah plastik PVC sebagai bahan modifikasi aspal, penelitian ini juga mendukung SDG 11 (Kota dan Permukiman yang Berkelanjutan), yakni dengan meningkatkan kualitas infrastruktur jalan yang aman, tahan lama, dan tangguh dalam menghadapi beban lalu lintas yang tinggi.

Selain itu, penggunaan limbah plastik PVC untuk campuran aspal berkontribusi pada SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) dengan mendorong prinsip ekonomi sirkular: mendaur ulang limbah plastik yang sulit terurai secara hayati menjadi produk bernilai tambah. Hal ini juga membantu SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim) secara tidak langsung dengan mengurangi akumulasi sampah plastik yang dapat mencemari lingkungan darat dan laut serta menghasilkan emisi gas rumah kaca bila dibakar. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya menghasilkan campuran perkerasan jalan yang lebih kuat dan awet, tetapi juga menawarkan solusi inovatif, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Ketersediaannya yang melimpah sebagai limbah dan harga yang relatif murah, penggunaan PVC dalam aspal merupakan solusi inovatif yang ekonomis dan ramah lingkungan dalam peningkatan kualitas perkerasan jalan (Rasul & Sari, 2022). Berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup/Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2025 bulan Februari tercatat limbah plastik jenis PVC sudah dikumpulkan sebanyak 14.940 kg. Karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati PVC membutuhkan waktu yang cukup lama untuk terurai ke lingkungan. Menggunakan PVC pada campuran perkerasan jalan dapat menjadi solusi alternatif untuk menangani jumlah limbah yang ada saat ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana PVC dapat meningkatkan kualitas campuran aspal beton pada lapisan AC WC selain mengurangi limbah dan menghemat penggunaan campuran aspal.

Lapisan AC-WC adalah salah satu lapisan permukaan pada kontruksi perkerasan lentur jalan raya. Lapisan AC-WC merupakan perkerasan jalan aspal yang berada di posisi paling atas dan langsung bersentuhan dengan lalu lintas kendaraan. Lapisan ini berfungsi sebagai lapisan aus yang tahan terhadap tekanan, gesekan, dan pengaruh cuaca. Struktur lapisan permukaan ini perlu dibuat supaya mampu memberikan gaya gesek dalam kondisi basah supaya kendaraan tidak tergelincir. Inilah sebabnya lapisan AC-WC harus memiliki stabilitas yang tinggi untuk menghindari perubahan bentuk, alur, dan bleeding (Rinaldi, 2016).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Mita dkk (2022) dengan judul "Pemanfaatan Limbah Plastik PVC sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC". Dalam penelitiannya kadar aspal optimum diperoleh 5,5%, dengan hasil nilai hasil penelitian VIM tercatat sebesar 3,56%, VMA 15,09%, Flow 2,90 mm, VFB 76,44%, serta Stabilitas sebesar 1923,14 kg, yang semuanya berada dalam rentang persyaratan yang ditetapkan. Penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya untuk pengurangan limbah plastik PVC yang semakin meningkat setiap tahunnya, dengan dilakukannya penelitian dengan judul "*Karakteristik Ravelling Resistance, Moisture Sensitivity, Dan Workability Laston AC-WC Dengan Bahan Tambah Polivinil Klorida (PVC)*" dengan komposisi penambahan limbah plastik PVC sebesar 4% dan kadar aspal yang digunakan 5,5%. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperdalam pemahaman mengenai potensi limbah PVC dalam

meningkatkan kualitas campuran aspal, tetapi juga berupaya untuk mengoptimalkan penggunaan limbah PVC dalam perkerasan jalan, guna memitigasi masalah lingkungan yang diakibatkan oleh akumulasi limbah plastik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi konstruksi jalan yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis.

## METODE

Dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data dilakukan dengan metode eksperimen dan sekunder. Pengujian material, pembuatan sampel, pengujian *ravelling resistance*, pengujian *moisture sensitivity*, dan pengujian *workability* adalah beberapa tahap pengujian sesuai dengan panduan spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6.

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler berupa semen portland, aspal penetrasi 60/70, serta limbah PVC yang dicacah menjadi butiran kecil. Sebelum digunakan, seluruh material diuji sifat fisiknya untuk memastikan kesesuaian dengan standar SNI. Agregat diuji terhadap parameter berat jenis, penyerapan, abrasi, dan bentuk partikel, sedangkan aspal diuji terhadap penetrasi, titik lembek, berat jenis, dan daktilitas. Limbah PVC diperoleh dari sisa produksi, kemudian dicuci, dikeringkan, dan dicacah hingga berukuran seragam.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan metode campuran kering. Agregat, filler, dan PVC dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 160–175 °C, kemudian dicampurkan hingga homogen. Setelah itu, aspal panas ditambahkan sesuai dengan kadar optimum dan PVC optimum yang telah ditentukan pada penelitian sebelumnya (Mita, Alpius, & Charles, 2022) dapat dilihat pada tabel 1, lalu seluruh campuran diaduk hingga merata. Campuran yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam cetakan Marshall dan dipadatkan dengan jumlah tumbukan sesuai prosedur standar.

**Tabel 1. Komposisi Campuran**

Komposisi Campuran	Berat Campuran (gram)
Agregat kasar	448,20
Agregat halus	614,40
<i>Filler</i>	71,40
Aspal	66,00
Polivinil Klorida	2,64
Total	1202,64

Pengujian campuran dilakukan untuk mengevaluasi tiga parameter utama. Pertama, *ravelling resistance* diuji menggunakan metode Cantabro, dengan cara memutar benda uji dalam mesin Los Angeles tanpa bola baja, kemudian menghitung persentase kehilangan massa (Cantabro Loss). Kedua, *moisture sensitivity* diuji menggunakan metode *Indirect Tensile Strength* (ITS) dengan membandingkan kuat tarik tidak langsung antara sampel kondisi kering dan kondisi jenuh air, lalu menghitung nilai *Tensile Strength Ratio* (TSR). Ketiga, *workability* dinilai melalui analisis volumetrik dengan menghitung nilai *Void in Mix* (VIM) pada variasi jumlah tumbukan (5, 10, 25, 35, 50, 75 dan 100) untuk menilai kemudahan pemadatan campuran.

Hasil dari setiap pengujian dianalisis dengan membandingkan kinerja campuran kontrol (tanpa PVC) dengan campuran modifikasi PVC. Data yang

diperoleh kemudian ditafsirkan untuk mengetahui sejauh mana penambahan limbah PVC berpengaruh terhadap *ravelling resistance*, *moisture sensitivity*, dan *workability* pada campuran Laston AC-WC.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian *Ravelling Resistance*

Data hasil pengujian ketahanan terhadap *ravelling* secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2. Nilai Cantabro Loss**

Kadar Aspal	Polivinyl Clorida	Sampel	Berat sebelum pengujian (gr)	Berat Sesudah Pengujian (gr)	Cantabro loss (%)	Rata - Rata (%)
5.5	Control	1	1163	1110	4,56	5,16
		2	1174	1115	5,03	
		3	1171	1101	5,89	
5.5	4	1	1166	1133	2,83	3,47
		2	1171	1123	4,10	
		3	1173	1132	3,50	

Berdasarkan hasil uji *Cantabro Loss*, penambahan 4% limbah plastik Polivinil Klorida (PVC) pada campuran aspal dengan kadar 5,5% mampu menurunkan nilai kehilangan massa akibat abrasi dibandingkan dengan campuran kontrol (tanpa bahan tambah). Rata-rata nilai *Cantabro loss* pada campuran kontrol sebesar 5,16 %, sedangkan pada campuran dengan tambahan PVC 4% sebesar 3,47%. Penurunan nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambah PVC dapat meningkatkan ketahanan campuran terhadap keausan dan pelepasan butiran, Peningkatan ini disebabkan oleh kemampuan PVC dalam meningkatkan viskositas dan kohesi aspal, serta memperkuat matriks campuran, sehingga memperkuat ikatan antar material dan membuat agregat lebih sulit terlepas. Secara kimiawi, PVC memiliki struktur molekul berupa rantai polimer linier yang terbentuk dari unit berulang monomer vinil klorida yang kaku dengan ikatan antar rantai yang kuat, serta sifat termoplastik yang tahan terhadap deformasi dan abrasi. Selain itu, keberadaan atom klorin dalam struktur PVC memberikan ketahanan terhadap degradasi termal dan kimia, sehingga memperkuat kestabilan campuran dalam kondisi ekstrem (Widianty, 2022).

### Pengujian *Moisture Sensitivity*

Data hasil pengujian *moisture sensitivity* secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3. Nilai *Tensile Strength Ratio* kontrol**

Benda Uji Kering (Kontrol)					
Sampel	Rata - Rata Tinggi (mm)	Rata - Rata Diameter (mm)	Beban Maksimum (Newton)	ITS (kPa)	Rata Rata (kPa)
1	65,025	101,6	7539,966	726,935	674,330
2	63,825	101,6	6283,305	617,169	
3	63,825	101,6	6911,636	678,886	
Benda Uji Basah (Kontrol)					
Sampel	Rata - Rata Tinggi (mm)	Rata - Rata Diameter (mm)	Beban Maksimum (Newton)	ITS (kPa)	Rata Rata (kPa)
1	64,875	101,6	7037,302	680,042	641,254
2	64,575	101,6	6785,969	658,801	
3	64,65	101,6	6031,973	584,921	
<i>Tensile Strength Ratio</i> (TSR) Kontrol					95,10%

**Tabel 4. Nilai Tensile Strength Ratio PVC**

Benda Uji Kering (PVC)					
Sampel	Rata - Rata Tinggi (mm)	Rata - Rata Diameter (mm)	Beban Maksimum (Newton)	ITS (kPa)	Rata Rata (kPa)
1	65,025	101,6	6911,636	673,085	634,710
2	63,825	101,6	6534,637	629,285	
3	63,825	101,6	6157,639	601,761	
Benda Uji Basah (PVC)					
Sampel	Rata - Rata Tinggi (mm)	Rata - Rata Diameter (mm)	Beban Maksimum (Newton)	ITS (kPa)	Rata Rata (kPa)
1	64,875	101,6	6534,637	630,253	633,841
2	64,575	101,6	6660,303	645,352	
3	64,65	101,6	6534,637	625,919	
<i>Tensile Strength Ratio (TSR) PVC</i>					99,86%

Berdasarkan hasil pengujian *Indirect Tensile Strength* (ITS) dan perhitungan *Tensile Strength Ratio* (TSR), campuran AC-WC kontrol memiliki TSR sebesar 95,10%, sedangkan campuran AC-WC dengan tambahan PVC menunjukkan TSR yang lebih tinggi yaitu 99,86%. Nilai TSR pada kedua campuran sama-sama melebihi batas minimum yang umumnya dipersyaratkan  $\geq 80\%$ , menunjukkan keduanya memiliki ketahanan yang baik terhadap kerusakan akibat kelembapan (*moisture sensitivity*). Penambahan PVC meningkatkan nilai TSR sebesar sekitar 4,76% dibandingkan kontrol, yang menunjukkan bahwa penggunaan limbah plastik PVC sebagai bahan tambah pada campuran aspal dapat meningkatkan ketahanan campuran terhadap pengaruh air. Peningkatan ini didukung oleh sifat kimia PVC yang bersifat hidrofobik (tidak mudah menyerap air) dan memiliki ikatan antar rantai polimer yang kuat, sehingga dapat menghambat penetrasi air ke dalam struktur campuran. Selain itu, ketahanan PVC terhadap bahan kimia dan degradasi lingkungan juga berkontribusi terhadap kestabilan mekanis campuran aspal dalam kondisi lembap (Pitanova & Alva, 2023). Dengan demikian, penambahan PVC pada campuran AC-WC dapat dianggap efektif untuk meningkatkan resistansi terhadap *moisture damage*, mendukung konsep pembangunan jalan yang lebih awet, berkelanjutan, dan ramah lingkungan melalui pemanfaatan limbah plastik.

**Pengujian Workability**

Data hasil pengujian *Workability* secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 5. Nilai VIM pada setiap Tumbukan sampel Kontrol**

Tumbukan	Sampel	Tinggi Sampel (mm)	Diameter (mm)	Berat Kering (gr)	SSD (gr)	Berat Air (gr)
5	1	72,375	10,16	1164	1188	634
	2	71,975	10,16	1170	1193	641
	3	72,825	10,16	1171	1195	642
15	1	70,4	10,16	1160	1178	643
	2	70,2	10,16	1167	1191	649,5
	3	70,6	10,16	1176	1192	648,5
25	1	67,775	10,16	1163	1179	650
	2	67,975	10,16	1175	1189	660
	3	67,725	10,16	1164	1181	658,5
35	1	66,75	10,16	1166	1177	669

Tumbukan	Sampel	Tinggi Sampel (mm)	Diameter (mm)	Berat Kering (gr)	SSD (gr)	Berat Air (gr)
	2	66,95	10,16	1160	1167	666,5
	3	67	10,16	1167	1179	646
	1	66,375	10,16	1182	1193	696,5
50	2	66,175	10,16	1165	1181	686
	3	66,275	10,16	1165	1179	670,5
	1	63,75	10,16	1157	1168	679
75	2	63,95	10,16	1155	1166	681
	3	63,65	10,16	1164	1178	687
	1	62,85	10,16	1171	1185	696,5
100	2	63,05	10,16	1165	1178	689
	3	62,75	10,16	1175	1186	693

**Tabel 6. Nilai VIM pada setiap Tumbukan sampel Uji PVC 4%**

Tumbukan	Sampel	Tinggi Sampel (mm)	Diameter (mm)	Berat Kering (gr)	SSD (gr)	Berat Air (gr)
5	1	72,575	10,16	1174	1199	631
	2	72,25	10,16	1161	1180	629,5
	3	73,075	10,16	1173	1195	637,5
15	1	70,65	10,16	1162	1186	641,5
	2	70,4	10,16	1161	1192	642,5
	3	70,85	10,16	1170	1201	658,5
25	1	67,975	10,16	1170	1185	652,5
	2	68,225	10,16	1170	1189	658,5
	3	67,925	10,16	1167	1184	651
35	1	67,025	10,16	1170	1183	661,5
	2	67,2	10,16	1179	1193	675
	3	67,2	10,16	1172	1189	671
50	1	66,625	10,16	1152	1168	665,5
	2	66,375	10,16	1157	1170	658,5
	3	66,525	10,16	1151	1166	659,5
75	1	64,05	10,16	1168	1181	677
	2	64,15	10,16	1160	1175	674
	3	63,9	10,16	1162	1176	684
100	1	63,1	10,16	1164	1178	683
	2	63,325	10,16	1172	1184	689
	3	62,95	10,16	1170	1182	685

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 (campuran kontrol) dan Tabel 6 (campuran dengan penambahan PVC 4%, pada Nilai VIM pada tumbukan ke-5 naik dari 14,530% (kontrol) menjadi 15,316% (PVC 4%), pada tumbukan ke-15 dari 12,522% menjadi 13,648%, pada tumbukan ke-25 dari 10,360% menjadi 11,105%, pada tumbukan ke-35 dari 8,269% menjadi 8,543%, pada tumbukan ke-50 dari 5,265% menjadi 7,939%, pada tumbukan ke-75 dari 4,012% menjadi 5,678%, dan pada tumbukan ke-100 dari 3,409% menjadi 4,617%. dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah plastik PVC sebagai bahan tambah memengaruhi nilai *workability* campuran AC-WC. Parameter *workability* dalam penelitian ini dievaluasi melalui nilai *Void in Mix* (VIM) yang diukur pada berbagai tingkat tumbukan. Berdasarkan data diatas menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan PVC cenderung memiliki nilai VIM lebih tinggi pada semua tingkat pemadatan dibandingkan campuran kontrol. Peningkatan nilai VIM ini menunjukkan adanya rongga udara yang lebih besar setelah proses pemadatan, yang menandakan kemampuan pemadatan (*workability*) campuran menurun akibat

penambahan PVC. Hal ini berkaitan dengan sifat fisik PVC yang bersifat kaku dan tidak plastis secara alami, dan sifat kimia PVC yaitu termoplastik dan viskositas tinggi PVC menyebabkan campuran lebih kaku atau keras saat pemadatan khususnya dalam bentuk padat (tanpa plasticizer tambahan). Struktur PVC terdiri atas rantai-rantai polimer panjang dengan ikatan kovalen kuat antar unit vinil klorida, yang menyebabkan material ini sulit untuk berdeformasi atau mengikuti aliran aspal selama proses pemadatan (Pitanova & Alva, 2023). Selain itu, sifat hidrofobik dan inert dari PVC dapat menyebabkan interaksi fisik antara aspal dan agregat menjadi kurang optimal, sehingga menciptakan penghalang mikro yang meningkatkan jumlah rongga udara dalam campuran. Dengan demikian, campuran kontrol lebih mudah dipadatkan daripada campuran dengan penambahan PVC 4%. Meskipun demikian, seluruh nilai VIM yang diperoleh masih berada dalam rentang persyaratan spesifikasi (umumnya 3–5%), sehingga campuran tetap memenuhi standar kelayakan.

### **KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan PVC sebesar 4% pada campuran AC-WC memberikan pengaruh positif terhadap kinerja perkerasan aspal. Pada pengujian *ravelling resistance*, nilai kehilangan massa menurun dari 5,16% pada campuran kontrol menjadi 3,47% pada campuran dengan PVC, yang menandakan peningkatan ketahanan terhadap abrasi permukaan dan pelepasan agregat. Hal ini disebabkan karena PVC berperan dalam memperkuat ikatan antara aspal dan agregat serta meningkatkan kohesi internal campuran, sehingga mampu menahan beban lalu lintas berulang dengan lebih baik. Pada pengujian *moisture sensitivity*, nilai *Tensile Strength Ratio* (TSR) meningkat dari 95,10% menjadi 99,86% setelah penambahan PVC, menunjukkan bahwa campuran modifikasi lebih tahan terhadap kerusakan akibat air dan memiliki ikatan aspal–agregat yang lebih stabil meskipun dalam kondisi jenuh air, sehingga risiko stripping dapat berkurang secara signifikan. Sementara itu, pada pengujian *workability*, nilai rongga udara (VIM) pada campuran dengan PVC cenderung lebih tinggi pada setiap variasi tumbukan, yaitu meningkat dari 14,530% menjadi 15,316% pada tumbukan ke-5 dan dari 3,409% menjadi 4,617% pada tumbukan ke-100. Kenaikan ini mengindikasikan bahwa campuran dengan PVC memerlukan energi tumbukan lebih besar untuk mencapai kepadatan yang diinginkan, akibat distribusi aspal yang kurang merata karena sifat PVC yang kaku dan memiliki titik leleh relatif tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan PVC efektif dalam meningkatkan ketahanan aus dan ketahanan terhadap kelembapan, meskipun menyebabkan sedikit penurunan pada aspek kemudahan pemadatan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Amin, C., & Arif, S. (2023). Pengaruh Penambahan Limbah Plafon Pvc Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton Ac-Wc. *Narotama Jurnal Teknik Sipil*, 7 (2).
- Arshad, A. K., & Alam, S. (2019). Relationship Between Workability And Moisture-Induced Damage of Asphalt Concrete Mixtures. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 1 (3), 1887-1894.
- Behiry, A. E.-M. (2016). Laboratory Evaluation Of Resistance To Moisture Damage in Asphalt Mixtures. *Ain Shams Engineering Journal*, 351-363.



- Cheng, Z., Zheng, S., Liang, N., Li, X., & Li, L. (2023). Influence Of Complex Service Factors On Ravelling Resistance Performance For Porous Asphalt Pavements. *Building*, 1-17.
- Cieng, Z., & Zheng, S. (2023). Influence Of Complex Service Factors On Ravelling Resistance Performance For Porous Asphalt Pavements. *Buildings*, 323.
- Gao, B., Xu, H., Wu, S., Wang, H., Yang, X., & Chen, P. (2024). Research On Improving Moisture Resistance Of Asphalt Mixture With Compounded Recycled Metallurgical Slag Powders. *Materials*, 1-16.
- Gunarto, A., & Candra, A. I. (2019). Penelitian Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Bunga Pinus. *Ukarst*, 3, 47-48.
- Hanssel, A. (2022). Karakteristik Campuran Ac-Bc Dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik Pvc. *Jurnal Teknik Sipil Ukipaulus-Makassar*, 680.
- Jamshidi, A., White, G., & Hasan, M. R. (2022). New Methodology To Characterize The Workability Of Asphaltic Concrete Mixtures Based On Kinematic Compaction Energy. *Sustainability*, 1-18.
- Kaliky, H. B., Walsen, S., & Jakob, J. C. (2024). Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Dan Estimasi Biaya Perbaikan Pada Ruas Jalan Amanhuse Kota Ambon. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 82.
- Liu, L., Lingxiao Liu, & Yu, Y. (2023). Study Of Factors Influencing Moisture Susceptibility Of Warm-Mix Asphalt Using The Surface Free Energy Approach. *Polymers*, 1-15.
- Lu, D. X., Enfrin, M., Masood, H., & Giustozzi, F. (2024). Performance Evaluation of Post-Consumer and Post-Industrial . *Recycled Plastics as Binder Modifier in Asphalt Mixes*, 3-14.
- M. R., Alpius, & C. K. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik Pvc Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Ac-Wc. *Paulus Civil Engineering Journal (Pcej)*, 4 (4).
- Mabui, D. S., Tjaronge, M. W., Adisasmita, S. A., & Pasra, M. (2019). Resistance To Cohesion Loss In Cantabro Test On Specimens Of Porous Asphalt Containing Modified Asbuton. *Earth and Enviromental Science* , 1-7.
- Maharani, A., & Wasono, S. B. (2018). Perbandingan Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pantai Prigi-Popoh Kab. Tulungagung). *Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil* , 3.
- Nataadmadja, A. D., Prahara, E., Setyandito, O., & Ananditha, R. W. (2019). Evaluation Of Moisture Susceptibility Of Hot Mix Asphalt. *AIP Confrence Proceedings*, 1-8.
- Padhan, R. K., Panda, M., & Jena, T. K. (2021). Chemically recycled polyvinyl chloride as a bitumen modifier: Synthesis, characterisation and performance evaluation. *Road Materials and Pavement Design*, 22 (5), 1201-1215.
- Pitanova, T., & Alva, S. (2023). Karakteristik Mekanikal Material Polimer Pvc Dengan Variasi Konsentrasi Vco. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 5 (1), 4423.
- Priana, S. E. (2018). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang). *Rang Teknik Journal*.
- Rante, M., Alpius, & Kamba, C. (2022). Pemanfaatan Limbah Plastik Pvc Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Ac-Wc. *Jurnal Teknik Sipil Ukipaulus-Makassar*, 535-544.



- Rasul, R. F., & Sari, Y. A. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Pvc Pada Campuran Laston Lapis Aus. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 128.
- Rinaldi, H. (2016). Perkerasan Campuran Aspal Ac-Wc Dengan Material Lokal. *Jurnal Teknik Sipil*, 1 (1).
- Sa'dillah, Oktaviastuti, B., & Nenabu, C. (2020). Karakteristik Penggunaan Plastik PVC (Polyvinyl).
- Salman, N. D., & Abbas, N. S. (2025). Optimizing Hot Mix Asphalt Performance With Recycled Pvc From Construction Waste. *Civil And Environmental Engineering*, 1-12.
- Saputra, O., & R, P. T. (2010). Perencanaan Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Tanah. *Jurnal Teknik Sipil*, 1 (9).
- Saputro, D. T. (2022). Pengaruh Proses Pencampuran Kering Dan Basah Terhadap Kekesatan Ac-Wc Limbah Plastik. *Jurnal Transportasi*, 22, 97-108.
- Simangunsong, J. E., Alkas, M. J., & Wati, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Pet Sebagai Bahan Tambah. *Jurnal Teknologi Sipil*, 5 (2).
- Srihatyani, L., & Septiadi, D. (2024). Penambahan Zat Additive Anti Stripping Agent Dan Filler Serbuk Pvc Pada Campuran Aspal Ac-Wc.
- Sulandari, E., Lestyowati, Y., Felderika, & Sutarno. (2024). Analisis Pengaruh Sifat Volumetrik Pada Campuran Aspal Ac-Wc. *Crane : Civil Engineering Research Journal*, 5 (2), 41-48.
- Susanto, H. A., Merdiana, K., & Indriyati, E. W. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Polypropylene (Pp) Terhadap Ketahanan Ravelling Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (The Effect Of Waste Polypropylene (Pp) Plastic To The Ravelling Resistance Of Asphalt Concrete Wearing Course Mixes). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 38 (2), 86-109.
- Susanto, H. A., Mulyono, B., Widyaningrum, A., & Purnomo, W. H. (2023). Kinerja Perkerasan Aspal Berpori Dengan Campuran Limbah Plastik Dan Karet (The Performance Of Porous Asphalt Pavement Using Rubber And Plastic Waste). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 40 (1), 32-43.
- Veranita, Djamaludin, R., Satria, A., & Supardi, J. (2021). Strategi Penanganan Lubang Jalan Menggunakan Pvc Dan Abu Sekam Padi Sebagai Penerapan Inovasi Teknologi(Jalan Ujung Berasok –Desa Lapang). *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Darma Bakti Teuku Umar*, 3 (2).
- Widianty. (2022). Pengaruh Viskositas Aspal Modifikasi Limbah Styrofoam Dan Limbah PVC Terhadap Sifat Volumetrik Campuran Laston. *Spektrum Sipil*, 9 (2), 111-118.
- Widjajakusuma, J., Daniel, C. G., & Tenardy, D. I. (2023). Kajian Moisture Sensitivity Campuran Aspal Hangat Dengan Bahan Tambah Polimer Ethylene-Vinyl Acetate (Eva). *Konteks Ke-17*, 270-279.
- Yuniarti, R., & Alit, I. (2021). Pengaruh Penetration Index Terhadap Karakteristik Marshall Laston Menggunakan Limbah Styrofoam Dan Pvc. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*.

