

Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Metode Marshall

The Influence of LDPE Plastic Waste Utilization on the Characteristics of AC-WC Mixture Using the Marshall Method

Iqbal¹, Dwi Guntoro Sukowati², Muhammad Rusmin³, Faried Desembardi⁴, Kartika Puspita⁵

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong, Jl. Pendidikan No.27, Kel. Klabulu, Kec. Malaimsimsa, Kota Sorong, Papua Barat Daya. Telp: (0951) 322382. Email : dwiguntoro886688@gmail.com

Abstrak

Limbah plastik LDPE adalah salah satu jenis limbah plastik yang sering ditemukan di Kota Sorong, Provinsi Papua Barat Daya. Penggunaan LDPE sebagai bahan pembungkus untuk produk sehari-hari menjadi penyebab utama. Penggunaan limbah plastik LDPE sebagai bahan tambah dalam Laston (AC-WC) memiliki beberapa manfaat, seperti mampu meningkatkan kualitas aspal beton, mempercepat proses pembuatan aspal beton, dan meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik campuran laston AC-WC dengan dan tanpa penambahan limbah plastik LDPE berdasarkan parameter *Marshall Standard*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium yang meliputi beberapa tahap, seperti pengujian sifat fisik agregat dan aspal, penentuan kadar aspal optimum, serta pengujian untuk mengukur parameter Marshall dengan menambahkan plastik LDPE sebanyak 2,5%, 5%, dan 7% dari berat aspal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai KAO untuk campuran AC-WC adalah 6,5%. Berdasarkan pengujian *Marshall* ditinjau dari sifat mekanisnya, penambahan 5% plastik LDPE pada campuran AC-WC menghasilkan nilai stabilitas tertinggi, yaitu sebesar 1824,54 kg. Sedangkan pada sifat volumetriknya, penambahan plastik LDPE dapat meningkatkan nilai VIM dan VMA. Kesimpulannya, dengan adanya penambahan limbah plastik LDPE mampu memperbaiki kinerja campuran AC-WC.

Kata Kunci: AC-WC; LDPE; Limbah; Metode Marshall; Plastik

Abstract

LDPE plastic waste is a common type of plastic waste found in Sorong City, Southwest Papua Province. The primary cause is the widespread use of LDPE as a packaging material for everyday products. The use of LDPE plastic waste as an additive in Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) offers several benefits, such as improving asphalt concrete quality, speeding up the production process, and minimizing environmental impact. This study aims to identify the characteristics of AC-WC mixtures with and without the addition of LDPE plastic waste based on Marshall Standard parameters. The research used a laboratory experimental method, which included several stages such as testing the physical properties of aggregate and asphalt, determining the optimum asphalt content, and testing to measure Marshall parameters by adding LDPE plastic at 2.5%, 5%, and 7% of asphalt weight. The results showed that the optimum bitumen content (OBC) for the AC-WC mixture is 6.5%. Based on the Marshall test focused on mechanical properties, the addition of 5% LDPE plastic to the AC-WC mixture yielded the highest stability value of 1824.54 kg. As for volumetric properties, the addition of LDPE plastic increased the VIM and VMA values. In conclusion, adding LDPE plastic waste can enhance the performance of the AC-WC mixture.

Keywords: AC-WC; LDPE; Waste; Marshall Method; Plastic

PENDAHULUAN

Aspal merupakan bahan pengikat pada campuran aspal dan berperan penting dalam peningkatan kualitas jalan. Saat ini banyak campuran bahan aspal yang dikembangkan untuk meningkatkan kinerja perkerasan, khususnya perkerasan lentur, dan dievaluasi berdasarkan biaya

konstruksi, ketersediaan bahan perkerasan, dan kemudahan pelaksanaan. Namun penggunaan aspal beton mempunyai beberapa kelemahan, seperti harganya yang relatif mahal dan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu usulan alternatif produksi beton aspal yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan adalah penggunaan

limbah plastik sebagai bahan tambah. Limbah plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) adalah salah satu jenis sampah plastik yang banyak ditemukan di Kota Sorong, Papua Barat Daya.

Penggunaan limbah plastik LDPE sebagai bahan kemasan untuk produk sehari-hari merupakan penyebab utamanya. Namun, karena tidak semua produk tersebut bisa didaur ulang, limbah plastik LDPE sering menjadi sampah yang sulit diolah dan dibuang di tempat-tempat yang tidak semestinya. Pemanfaatan bahan polimer atau plastik dalam campuran aspal dipandang sebagai salah satu solusi yang diharapkan mampu meningkatkan kestabilan aspal. Banyak penelitian telah dilakukan mengenai penggunaan sampah plastik sebagai pengganti sebagian bahan aspal. Penelitian-penelitian ini melibatkan variasi persentase plastik, berbagai jenis plastik, serta variasi campuran aspal yang digunakan.

Pemanfaatan limbah plastik LDPE sebagai bahan tambahan dalam campuran laston (AC-WC) menawarkan beberapa manfaat, seperti mampu meningkatkan kualitas aspal beton, mempercepat proses pembuatan aspal beton. Penambahan plastik LDPE berdampak pada peningkatan nilai stabilitas bila dibandingkan dengan campuran aspal beton yang tidak mengandung plastik LDPE (Pribadi, dkk 2023).

(Wijayanti & Radam, 2022) dalam penelitiannya tentang pemanfaatan limbah plastik pada campuran laston, menjelaskan bahwa penambahan plastik adalah salah satu solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan nilai stabilitas campuran aspal. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Razak & Erdiansa, 2016) dengan penambahan limbah plastik LDPE dapat meningkatkan kepadatan pada campuran laston.

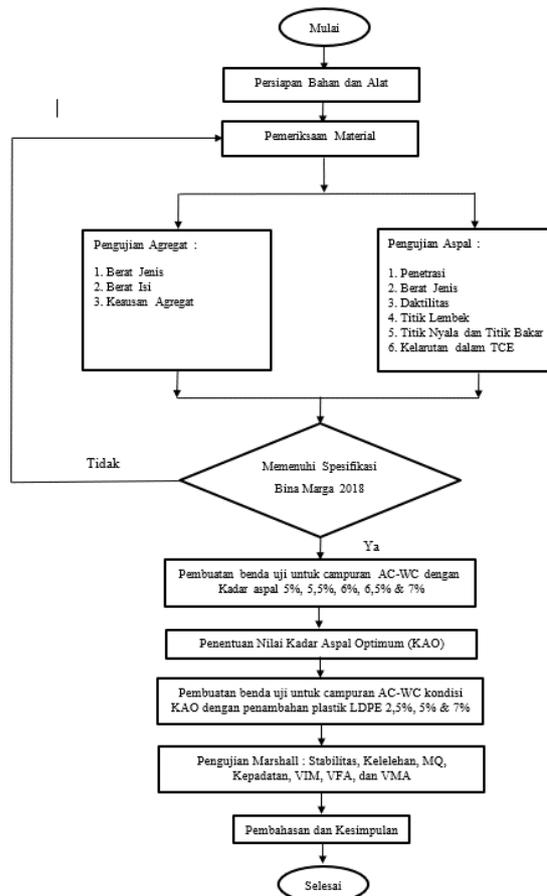
Berdasarkan uraian penjelasan diatas, penulis merasa perlu mengidentifikasi pengaruh penambahan limbah plastik jenis LDPE pada campuran AC-WC dengan menggunakan Metode *marshall*, yang diharapkan dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan stabilitas dan parameter *Marshall* lainnya pada campuran aspal, sekaligus menawarkan solusi untuk memanfaatkan limbah plastik LDPE.

METODE

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium yang berfokus pada kajian pemanfaatan limbah plastik LDPE terhadap karakteristik campuran laston (AC-WC) dengan parameter *Marshall Standard*. Pengujian ini dirasa penting untuk memahami bagaimana jenis plastik LDPE dapat berperan dalam meningkatkan nilai-nilai parameter *marshall* khususnya stabilitas dan

nilai IRS, terutama dalam memanfaatkan limbah plastik yang ada di Kota Sorong, Papua Barat Daya. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong.

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan meliputi agregat, bahan pengisi (*filler*), aspal dan plastik jenis LDPE dengan variasi penambahan 2,5%, 5% dan 7%. Agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*) diperoleh dari stone crusher quarry Saoka, Kota Sorong, sementara bahan pengikat yang digunakan adalah Aspal Pertamina dengan penetrasi 60/70. Langkah-langkah dalam penelitian ini mencakup persiapan dan pengujian sifat fisik agregat, pembuatan benda uji untuk menentukan nilai kadar aspal optimum (KAO), serta pengujian benda uji dengan dan tanpa penambahan plastik LDPE. Parameter Marshall yang dianalisis meliputi nilai stabilitas, pelelehan (*flow*), *Marshall Quotient* (MQ), kepadatan (*density*), rongga udara dalam campuran atau *Void In Mix* (VIM), rongga udara terisi aspal atau *Void Filled Bitumen* (VFB), serta rongga udara dalam agregat atau *Void in Material Aggregate* (VMA).

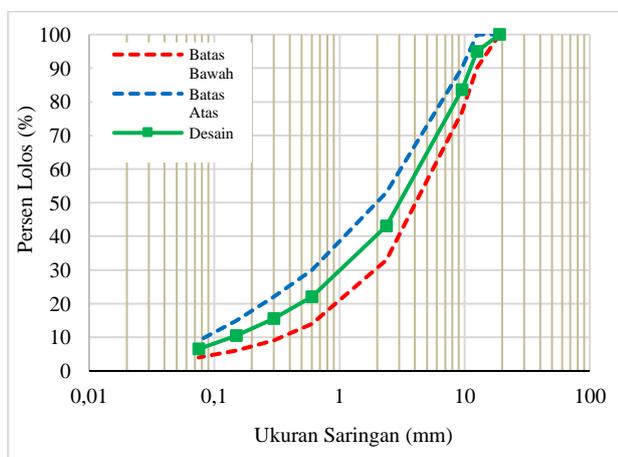
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melaksanakan beberapa pengujian sifat fisik agregat, yang meliputi berat jenis dan penyerapan air, berat isi, serta keausan abrasi, hasil pengujian menunjukkan bahwa material yang digunakan dalam campuran AC-WC memenuhi Standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018. Langkah selanjutnya adalah merancang proporsi agregat. Perancangan dimaksudkan untuk menentukan persentase pada masing-masing fraksi agregat sehingga nilai kadar aspal perkiraan (*Pb*) atau kadar aspal tengah dapat dihitung.

Dalam penelitian ini, campuran AC-WC yang digunakan mengikuti Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Gradasi rencana campuran AC-WC disajikan dalam Tabel 1 dan digambarkan dalam kurva yang menunjukkan hubungan antara ukuran saringan dan persentase lolos, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 1. Gradasi Rencana Campuran AC-WC

Ukuran Saringan		Spesifikasi (%)		Gradasi Rencana (%)
ASTM	(mm)	Min	Maks	Lolos
3/4"	19	100	100	100
1/2"	12.5	90	100	95
3/8"	9.5	77	90	83.5
No. 4	4.75	53	69	61
No. 8	2.36	33	53	43
No. 16	1.18	21	40	30,5
No. 30	0.6	14	30	22
No. 50	0.3	9	22	15.5
No. 100	0.15	6	15	10.5
No. 200	0.075	4	9	6.5



Gambar 2. Gradasi Rencana Campuran AC-WC

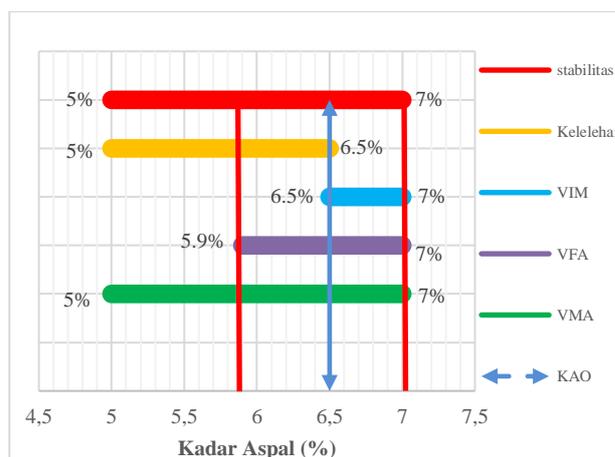
Setelah menentukan gradasi rencana, proses selanjutnya adalah merencanakan kadar aspal

perkiraan (*Pb*) atau kadar aspal tengah. Perancangan tersebut dimaksudkan untuk memudahkan untuk menentukan nilai KAO. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *Pb* sebesar 6%. Selanjutnya, untuk menentukan nilai KAO pada campuran AC-WC, dibuat dua variasi kadar aspal di bawah dan di atas nilai *Pb* dengan interval 0,5%. Dengan demikian, variasi kadar aspal untuk menentukan nilai KAO pada campuran AC-WC adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Setiap variasi kadar aspal memiliki 3 buah sampel benda uji yang akan diuji menggunakan metode *marshall*.

Dari hasil pengujian *marshall* diperoleh parameter-parameter diantaranya adalah stabilitas, pelelehan, MQ, kepadatan, VIM, VFB, dan VMA. Hasil pengujian *marshall* pada campuran AC-WC untuk menentukan nilai KAO disajikan dalam Tabel 2 dan ditampilkan dalam bentuk diagram batang, seperti yang terlihat pada Gambar 3 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall

Parameter Marshall	Kadar Aspal				
	5%	5.5%	6%	6.5%	7%
Stabilitas	1013.43	1132.80	1411.45	1483.93	1307.90
Pelelehan	3,60	3,70	4,00	4,00	4,70
MQ	281.92	306.23	357.46	371.03	276.29
Kepadatan	2.25	2.28	2.31	2.32	2.33
VIM	9.58	8.34	6.72	5.07	4.02
VFA	53.35	58.01	66.06	74.29	78.80
VMA	20.54	20.82	19.71	19.70	19.84



Gambar 3. Diagram Batang Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)

Nilai kadar aspal optimum dapat ditentukan dengan membuat diagram batang berdasarkan hasil uji parameter *marshall* yang memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018.

Pada Gambar 3, terlihat bahwa kadar aspal yang memenuhi nilai persyaratan sifat campuran AC-WC berada dalam rentang 5,9% hingga 7%,

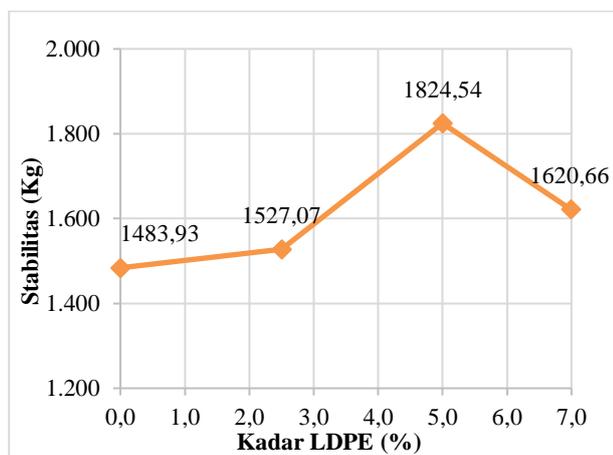
sehingga nilai kadar aspal optimum yang diperoleh untuk campuran AC-WC adalah 6,5%. Setelah nilai KAO diperoleh, tahap selanjutnya adalah membuat kembali benda uji dengan variasi penambahan plastik LDPE sebesar 0%, 2,5%, 5% dan 7% pada kondisi KAO. Jumlah sampel pada setiap variasi adalah 3 buah sampel, sehingga total jumlah sampel adalah sebanyak 12 buah sampel.

Proses selanjutnya adalah melakukan kembali pengujian *marshall* untuk memperoleh beberapa nilai parameter yang diantaranya stabilitas, kelelahan (*flow*), MQ, kepadatan, VIM, VFB, dan VMA berdasarkan hasil penambahan variasi plastik LDPE. Rekapitulasi hasil pengujian *marshall test* untuk campuran laston (AC-WC) dengan variasi penambahan plastik LDPE ditampilkan dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Marshall Dengan Penambahan Plastik LDPE

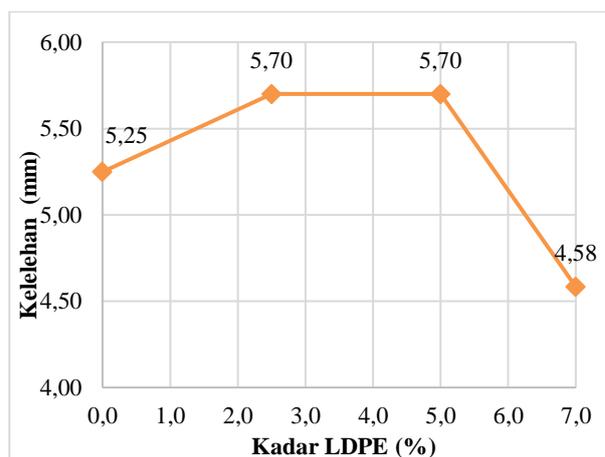
Parameter Marshall	Variasi Plastik LDPE			
	0%	2.5%	5%	7%
Stabilitas	1483.93	1527.07	1824.54	1620.66
Pelelehan	5.25	5.70	5.70	4.58
MQ	221.12	284.95	356.46	357.42
Kepadatan	2.32	2.30	2.28	2.27
VIM	5.22	5.84	6.09	6.79
VFB	74.29	71.31	70.38	67.63
VMA	19.70	20.69	21.07	21.22

Dari analisis data yang ditampilkan pada Tabel 3, penggunaan plastik LDPE sebagai bahan tambahan terhadap karakteristik campuran AC-WC akan dibahas pada masing-masing parameter *marshall*, yang mencakup stabilitas, kelelahan (*flow*), MQ, kepadatan, VIM, VFA, dan VMA, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 hingga 10.



Gambar 4. Hubungan Stabilitas Terhadap Variasi Plastik LDPE Pada Campuran AC-WC

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, terlihat bahwa dengan penambahan plastik LDPE dalam campuran AC-WC dapat meningkatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada variasi penambahan 5% dengan nilai sebesar 1824,54 kg. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Razak & Erdiansa, 2016) yang menyatakan bahwa penambahan plastik LDPE dalam campuran laston dapat memengaruhi nilai stabilitas. Hal ini disebabkan oleh kemampuan plastik untuk mengisi rongga di antara butiran agregat, sehingga rongga antar butiran agregat menjadi lebih padat. Seluruh variasi penambahan plastik LDPE mampu meningkatkan nilai stabilitas dan memenuhi persyaratan nilai campuran laston (AC-WC) berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018.

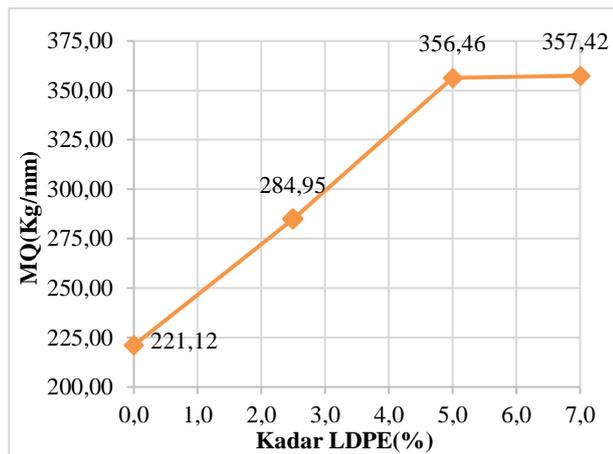


Gambar 5. Hubungan Kelelahan Terhadap Variasi Plastik LDPE Pada Campuran AC-WC

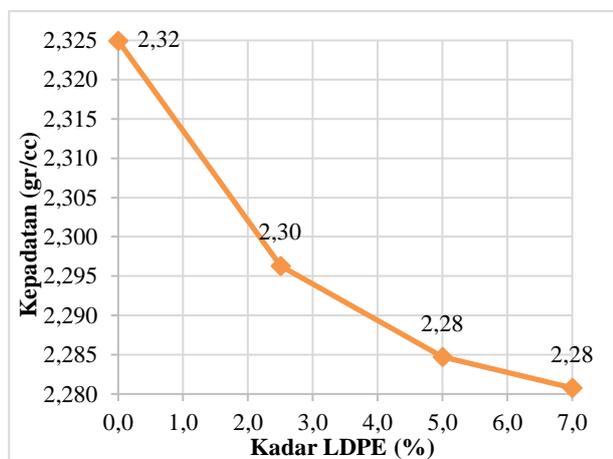
Penambahan plastik LDPE dalam campuran laston AC-WC mampu mempengaruhi nilai kelelahan (*flow*). Seperti yang ditampilkan dalam Gambar 5, dapat disimpulkan bahwa penambahan plastik LDPE dengan kadar 2,5% dan 5% dapat meningkatkan nilai kelelahan. Sedangkan pada penambahan kadar 7% nilai kelelahan lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran tanpa plastik LDPE atau pada kadar 0%. (Wijayanti & Radam, 2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa Semakin tinggi kadar penambahan plastik LDPE dalam campuran aspal beton, semakin rendah nilai kelelahan (*flow*) yang dihasilkan.

Pada Gambar 6, terlihat bahwa seiring dengan penambahan plastik LDPE dalam campuran AC-WC, nilai MQ semakin meningkat. Peningkatan nilai MQ yang signifikan yaitu pada kadar penambahan 2,5% dan 5%. Sementara pada kadar penambahan 7% kenaikan nilai MQ tidak terlalu signifikan. Selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Wijayanti & Radam, 2022) yang menyimpulkan

Bahwa semakin tinggi kadar penambahan plastik LDPE dalam campuran AC-WC, semakin tinggi pula nilai MQ yang diperoleh.

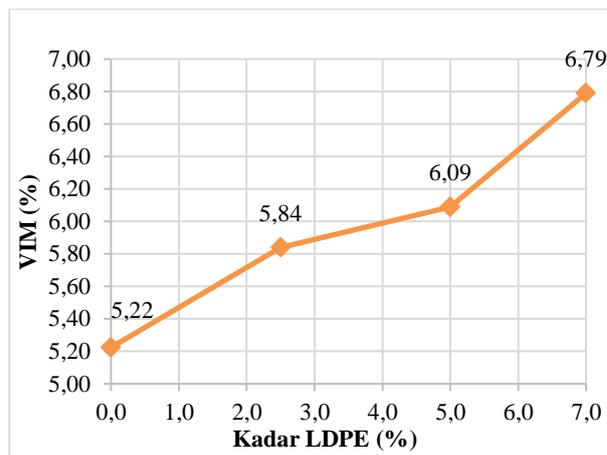


Gambar 6. Hubungan MQ Terhadap Variasi Plastik LDPE Pada Campuran AC-WC



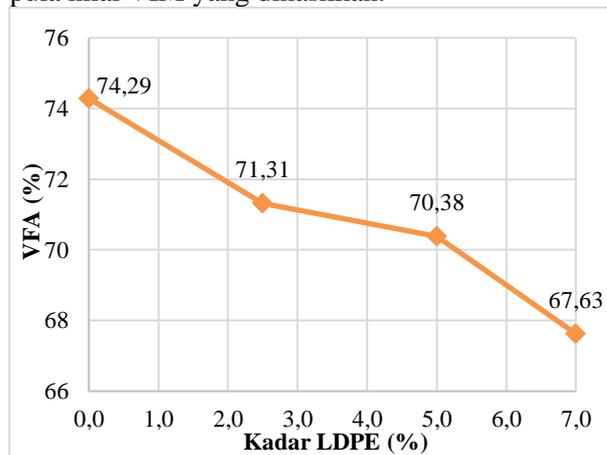
Gambar 7. Hubungan Kepadatan Terhadap Variasi Plastik LDPE Pada Campuran AC-WC

Berdasarkan grafik di Gambar 7, terlihat bahwa nilai kepadatan semakin menurun seiring dengan penambahan plastik LDPE. Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan plastik LDPE dalam campuran AC-WC tidak dapat meningkatkan nilai kepadatan.



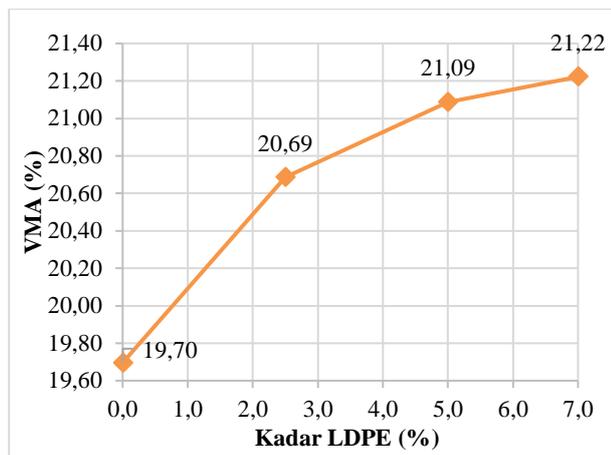
Gambar 8. Hubungan VIM Terhadap Variasi Plastik LDPE Pada Campuran AC-WC

Penambahan plastik LDPE dalam campuran AC-WC mampu meningkatkan nilai VIM seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan plastik LDPE dalam campuran laston AC-WC mampu mengisi rongga udara dalam campuran. Menurut (Wijayanti & Radam, 2022) Semakin tinggi kadar plastik LDPE, semakin tinggi pula nilai VIM yang dihasilkan.



Gambar 9. Hubungan VFB Terhadap Variasi Plastik LDPE Pada Campuran AC-WC

Grafik pada Gambar 9, terlihat bahwa seiring penambahan plastik LDPE pada campuran AC-WC maka nilai VFB atau rongga udara yang terisi aspal semakin menurun. Hal tersebut selaras dengan penelitian (Wijayanti & Radam, 2022) yang menyimpulkan bahwa semakin tinggi kadar plastik LDPE, semakin rendah nilai VFB yang diperoleh. (Situmorang dkk, 2015) juga menyatakan bahwa penambahan plastik LDPE pada campuran AC-WC dapat mempengaruhi nilai VFB.



Gambar 10. Hubungan VMA Terhadap Variasi Plastik LDPE Campuran AC-WC

Pada Gambar 10 terlihat bahwa seiring dengan penambahan plastik LDPE dalam campuran AC-WC maka nilai VMA semakin meningkat. Peningkatan nilai MQ yang signifikan yaitu pada kadar penambahan 2,5% dan 5%. Sementara pada kadar penambahan 7% kenaikan nilai VMA tidak terlalu signifikan. Sejalan dengan penelitian (Pribadi, dkk 2023), yang menunjukkan bahwa penambahan LDPE membuat nilai VMA meningkat jika dibandingkan dengan campuran laston tanpa penambahan LDPE.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian analisis yang telah dijelaskan, dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan plastik LDPE pada campuran AC-WC berpengaruh terhadap karakteristik *marshall*, baik dari sifat mekanis maupun dari sifat volumetriknya. Berdasarkan hasil dari pengujian *marshall standard* diperoleh nilai kadar aspal optimum adalah sebesar 6,5%. Parameter *marshall* ditinjau dari sifat mekanisnya, dengan penambahan plastik LDPE dalam campuran laston AC-WC dapat meningkatkan nilai stabilitas, kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (MQ). Nilai stabilitas tertinggi tercatat pada kadar penambahan 5% dengan nilai sebesar 1824,54 kg, nilai kelelahan sebesar 5,70mm, dan nilai MQ sebesar 357,42 kg/mm. Pada sifat volumetriknya, penambahan plastik LDPE dalam campuran laston AC-WC dapat meningkatkan nilai VMA dan VIM. Sedangkan nilai kepadatan (*density*) dan nilai VFB semakin menurun seiring dengan penambahan plastik LDPE dalam campuran laston AC-WC. Dengan demikian, keluaran dari penelitian ini mampu memberikan gambaran bahwa penggunaan plastik jenis LDPE dalam campuran AC-WC perlu dipertimbangkan, karena dapat mempengaruhi

karakteristik Marshall baik dari sifat mekanis maupun dari sifat volumetriknya.

REFERENSI

- Iqbal, I., & Fauziah, M. (2023). Experimental study of the use of waste rubber tire additives using the sequential mixing method on the performance of Hot-Rolled Sheet-Wearing Course mixtures. *TEKNIK*, 44(2), 167-175.
- 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.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Campuran Beraspal Panas (Hotmix). In *Spesifikasi Umum 2018*. Departemen Pekerjaan Umum
- Razak, B. A., & Erdiansa, A. (2016). Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.31963/intek.v3i1.9>
- Situmorang, P., Yofianti, D., & Safitri, R. (2019, September). Penggunaan plastik LDPE (Low Density Polyethilen) sebagai substitusi aspal pada campuran AC-WC. In *Proceedings of National Colloquium Research and Community Service* (Vol. 3, pp. 27-30).
- Suripatty, R. (2020). Analisis Yuridis Pengelolaan Sampah Di Kota Sorong Ditinjau Dari Peraturan Daerah No. 15 Tahun 2013". *Analisis Yuridis Pengelolaan Sampah*, 15, 111-126.
- Susanto, I., & Suaryana, N. (2019). Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 17(2), 27. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v17i2.4980>
- Tirsa Widiatika, Desriantomy, & Mohamad Amin. (2021). Analisis Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (Hrs-Wc) Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis Low Density Polyethylene (Ldpe). *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(2), 172-180. <https://doi.org/10.52868/jt.v4i2.2731>
- Wijayanti, A., & Radam, I. F. (2021). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC. *Jurnal Rivet*, 1(02), 80-90.