

ANALISIS KARAKTERISTIK MARSHALL BERDASARKAN PENGGUNAAN PLASTIK HDPE SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN ASPAL PADA LAPIS AUS AC-WC

Ilyas Ichsan¹⁾, Aleks Olii²⁾, Andi Sahrul Hidayat³⁾, Nur Fahmy Antau⁴⁾

^{1,2,3,4)}Teknik Sipil Universitas Gorontalo

¹⁾ilyasichsan19@gmail.com, ²⁾aleksolii.06071957@gmail.com, ³⁾andi_sahrul93@yahoo.com,

⁴⁾nfantau717@gmail.com

ABSTRACT

Increasing the performance of asphalt mixtures can be achieved through mixture modification to produce a strong and long-lasting mixture. Especially in Indonesia, which has a tropical climate with high rainfall and the number of vehicles continues to increase, roads often experience damage due to climate, weather and daily vehicle loads. Therefore, it is necessary to have asphalt that can withstand changes in weather and climate, and one solution is to use additives such as HDPE (High Density Polythylene) plastic. This HDPE plastic is integrated as an additive in modified asphalt which includes coarse split stone aggregate. Previous test results show that asphalt with the addition of HDPE plastic produces lower Marshall test values compared to asphalt without additives. As an improvement effort, this research carried out the addition of HDPE in the hope of increasing the asphalt stability value. This research aims to evaluate the effect of adding HDPE plastic to modified asphalt mixtures, with percentage variations of 0%, 3.5%, 5.5%, 7.5 %, and 9.5% of the total aggregate weight of Bin 1. Test results show that the addition of HDPE significantly increases the stability value. However, it should be noted that there are limitations in the amount of HDPE added, with some values such as VIM, VMA, and VFA not fully meeting the specifications. From the research results, it appears that adding HDPE of 5.5% of the total weight of the Bin 1 aggregate gives the best results. Therefore, it can be concluded that the addition of HDPE to the modified asphalt mixture is able to improve the performance of the mixture by achieving optimal stability values.

ABSTRAK

Peningkatan kinerja campuran aspal dapat dicapai melalui modifikasi campuran untuk menghasilkan campuran yang kuat dan tahan lama. Terutama di Indonesia, yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan tinggi dan jumlah kendaraan yang terus meningkat, jalan raya sering mengalami kerusakan akibat iklim, cuaca, dan beban kendaraan harian. Oleh karena itu, perlu adanya aspal yang mampu bertahan terhadap perubahan cuaca dan iklim, dan salah satu solusinya adalah menggunakan bahan aditif seperti plastik HDPE (High Density Polythylene). Plastik HDPE ini diintegrasikan sebagai bahan aditif dalam aspal modifikasi yang mencakup agregat kasar batu split. Hasil pengujian sebelumnya menunjukkan bahwa aspal dengan tambahan plastik HDPE menghasilkan nilai uji marshall yang lebih rendah dibandingkan dengan aspal tanpa aditif. Sebagai upaya perbaikan, penelitian ini melakukan penambahan HDPE dengan harapan dapat meningkatkan nilai stabilitas aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan plastik HDPE pada campuran aspal modifikasi, dengan variasi persentase 0%, 3,5%, 5,5%, 7,5%, dan 9,5% dari total berat agregat Bin 1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan HDPE secara signifikan meningkatkan nilai stabilitas. Namun, perlu diperhatikan bahwa ada batasan dalam jumlah penambahan HDPE, dengan beberapa nilai seperti VIM, VMA, dan VFA tidak sepenuhnya memenuhi spesifikasi. Dari hasil penelitian, terlihat bahwa penambahan HDPE sebesar 5,5% dari total berat agregat Bin 1 memberikan hasil terbaik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penambahan HDPE pada campuran aspal modifikasi mampu meningkatkan kinerja campuran dengan mencapai nilai stabilitas optimal.

Kata kunci: Plastik HDPE; Aspal; Marshall

1. PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan penduduk dapat menyebabkan peningkatan volume lalu lintas di jalan raya, menuntut peningkatan kualitas konstruksi jalan untuk meningkatkan kenyamanan pengendara. Masalah umum yang dihadapi saat ini adalah kerusakan jalan yang tersebar di berbagai daerah, terutama karena kualitas lapisan perkerasan aspal yang belum mencapai tingkat keamanan dan kenyamanan yang diinginkan oleh pengguna jalan.

Perkerasan lentur, terutama aspal, menjadi pilihan utama untuk jalan raya karena kemampuannya

menahan beban lalu lintas dengan biaya konstruksi yang relatif ekonomis. Kelebihan utama meliputi permukaan yang halus dan fleksibel, meningkatkan kenyamanan pengendara. Meskipun demikian, perkerasan lentur memiliki kelemahan yang perlu diatasi, khususnya dalam menjaga kekuatan lekat antar lapisan.

Aspal, sebagai bahan krusial dalam konstruksi jalan, memiliki kelemahan daya tahan yang terbatas. Untuk mengatasi ini, penelitian ini mempertimbangkan penambahan plastik HDPE

sebagai bahan tambahan. Plastik HDPE, yang tahan terhadap degradasi, diujikan sebagai pengganti sebagian aspal dalam lapisan perkerasan. Fokus penelitian adalah pada karakteristik Marshall.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aspal

Aspal adalah bahan yang didapat dari alam dengan komponen kimia utama yaitu hidrokarbon, hasil eksplorasi dengan warna hitam dan mempunyai sifat plastis. Apabila dipanaskan akan meleleh dan jika dingin akan membeku (Pataras et al. 2017).

Hydrocarbon adalah komponen dasar utama dari aspal, yang sering disebut sebagai bitumen. Aspal, yang juga dikenal sebagai bitumen, biasanya dihasilkan dari proses destilasi minyak bumi. Selain itu, ada juga penggunaan aspal alam yang berasal dari Pulau Buton. Referensi ini diambil dari buku "Perkerasan Lentur Jalan Raya" yang ditulis oleh Semangat Marudut Tua Debataraja dan Natalius Sihite, (Debataraja and Shite 2020).

Aspal adalah bahan berwarna hitam atau coklat tua yang padat hingga agak padat pada suhu ruangan. Namun, saat dipanaskan pada suhu tertentu, aspal menjadi lunak atau cair, memungkinkan pelapisan partikel agregat dalam pembuatan aspal beton. Selain itu, aspal dapat memasuki pori-pori pada perkerasan macadam atau pelaburan saat disemprotkan atau disiramkan (Debataraja and Shite 2020)

Aspal adalah bahan pengikat dalam pembuatan lapisan perkerasan jalan raya, dihasilkan dari penyulingan minyak bumi dan dikenal sebagai bitumen. Sifat lengket aspal memainkan peran kunci dalam mengikat agregat sesuai dengan desain lapisan perkerasan (Lopang et al. 2018)

2.2. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan yang bertugas menerima dan mendistribusikan beban yang berasal dari lalu lintas (Pataras et al. 2017). Perkerasan jalan adalah lapisan konstruksi yang telah mengalami proses pemadatan dan terletak di atas tanah dasar (subgrade). Fungsinya adalah untuk mengangkat dan mendistribusikan beban dari lalu lintas ke badan jalan sehingga tanah dasar mampu menopang beban sesuai dengan daya dukung tanah yang ditentukan. Tujuan utama dari perkerasan jalan adalah untuk mencapai tingkat kekuatan tertentu sehingga mampu menopang beban lalu lintas dan mengarahkan serta menyebarkan beban dari roda-roda kendaraan ke tanah dasar (Pagewang, Rachman, and Alpius 2020).

Perkerasan jalan umumnya terdiri dari empat lapisan. Lapisan terluar disebut lapisan aus (Wearing Course) yang langsung bersentuhan dengan kendaraan. Di bawahnya, terdapat lapisan base course yang menggunakan agregat lebih besar untuk menahan beban lalu lintas dari lapisan aus di atasnya. Kemudian, di bawah base course, terdapat sub-base course dengan menggunakan agregat yang lebih besar. Terakhir, ada lapisan sub-grade yang terdiri dari tanah, memenuhi ketentuan CBR sesuai dengan

penggunaannya dan beban lalu lintas yang direncanakan (Lopang et al. 2018).

Lapisan paling atas dikenal dengan sebutan Laston, singkatan dari Lapisan Aspal Beton. Lapisan ini sering disebut sebagai Laston-WC, yang merujuk pada Lapisan Aspal Beton-Wearing Course yang terletak di puncak perkerasan jalan. Dalam pembuatan lapisan aspal ini, digunakan metode Hot-Mix, di mana aspal dicampur dengan agregat pada suhu tinggi. Metode ini memastikan bahwa agregat tercampur dengan baik dan meningkatkan daya tahan lapisan aspal, sehingga dapat bertahan lebih lama (Lopang et al. 2018).

Perkerasan lentur, yang sangat umum dalam konstruksi jalan raya, menonjol karena kemampuannya menopang beban lalu lintas yang besar dan biaya konstruksi yang efisien. Sifat lentur dan permukaan yang halus dari perkerasan ini juga memberikan tingkat kenyamanan berkendara yang tinggi. Meskipun memiliki banyak keunggulan, perkerasan lentur rentan terhadap kerusakan seperti retakan dan lubang pada permukaan jalan. (Eriyono and Puspito, n.d.).

2.3. Plastik

Plastik adalah bahan yang hadir di hampir setiap sudut kota, mulai dari sampah plastik botol minuman hingga galon plastik. Menurut Ridhamasdar (2009), dalam sebuah penelitian yang dikutip oleh [6], yang merujuk pada penelitian Ram Adhar Singh di New Delhi, ditemukan bahwa sampah plastik berbahan polythene dapat dijadikan bahan konstruksi jalan raya. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa konstruksi jalan raya yang memanfaatkan sampah plastik berpotensi memiliki ketahanan yang lebih baik dan daya tahan terhadap erosi air yang lebih tinggi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rezza dan Aschuri (2009), yang dikutip dalam studi (Fitri, Saleh, and Isya 2018), disimpulkan bahwa penambahan sampah plastik pada aspal sebanyak 0,5%, 1%, dan 2% dari berat aspal dengan jenis penetrasi 60/80 mampu secara signifikan meningkatkan kualitas aspal. Hasil penelitian ini mencakup peningkatan kualitas aspal dalam hal kerapatan dan kepadatan butiran agregat seperti batu bulat, batu pecah, abu batu, dan pasir. Agregat, sebagai komponen campuran beraspal, berperan penting dalam membentuk kombinasi ikatan yang seimbang di antara elemen-elemen pembentuk campuran beraspal, mortar, atau beton.

Menurut (Iman 2005), seperti yang diungkapkan dalam penelitian oleh (Puspitasari, Wibisono, and Malik 2018), plastik adalah polimer dengan sifat-sifat unik. Polimer merupakan materi yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomer seragam, polimer disebut homopolimer; jika berbeda, menjadi kopolimer. Contoh polimer alami melibatkan selulosa, protein, dan karet alam. Plastik, secara umum, dapat dibagi menjadi plastik termoplastik (dapat dilelehkan dan dicetak berulang) dan plastik

termoset (tidak dapat dicetak ulang karena membentuk jaringan tiga dimensi setelah kondisi tertentu).

2.4. Pembentukan Modifikasi Aspal

Bahan tambah merujuk kepada komponen yang dapat dimasukkan ke dalam campuran aspal dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas campuran tersebut. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan campuran aspal pada jalan yang sering dilalui oleh kendaraan berat. Selain itu, bahan tambah juga mampu meningkatkan viskositas campuran aspal selama proses pengolahannya, seperti yang disebutkan dalam penelitian oleh (Puspitasari, Wibisono, and Malik 2018).

High Density Polyethylene (HDPE) adalah salah satu jenis polietilena atau termoplastik yang berasal dari minyak bumi. Terkadang, bahan ini disebut "alkhatene" atau "polythene" ketika digunakan untuk membuat pipa. HDPE memiliki rasio kekuatan-kepadatan yang tinggi, sehingga digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk produksi botol plastik, pembuatan pipa tahan korosi, geomembran, dan produk kayu plastik. HDPE juga dapat didaur ulang dan memiliki kode identifikasi resin "2".

Dalam konteks campuran aspal, ada dua teknik pencampuran plastik yang umum digunakan, yaitu:

- 1) Metode Basah (Wet Process) melibatkan pencampuran plastik dengan aspal panas, diikuti oleh adukan berkecepatan tinggi hingga mencapai homogenitas. Proses ini membutuhkan investasi besar, termasuk biaya bahan bakar dan mixer berkecepatan tinggi, sehingga membuat harga aspal hasil modifikasi dengan metode ini lebih tinggi daripada aspal konvensional.
- 2) Cara kering (dry process), yaitu suatu cara dimana plastik dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini bisa lebih murah ketimbang cara basah, lebih mudah hanya dengan memasukan plastik ke dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (mixer) (Suprayitno and Wiwoho Mudjanarko 2019).

Sevil, seperti yang dikutip dalam penelitian oleh (Sumiati, Mahmuda, and Syapawi 2019), mengevaluasi efek penambahan High Density Polyethylene (HDPE) sebanyak 1 hingga 4% pada perkerasan lentur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan HDPE sebesar 3 hingga 4% menghasilkan perbaikan signifikan pada nilai Marshall. Namun, jika HDPE ditambahkan dalam jumlah lebih dari 4% namun kurang dari 2%, campuran aspal beton menjadi kurang fleksibel dan nilai aliran (flow) tidak memenuhi persyaratan spesifikasi.

Hasil survei menunjukkan bahwa banyak limbah plastik HDPE, seperti botol-botol bekas yang digunakan untuk wadah shampo, makanan, dan oli kendaraan yang memiliki tanda HDPE-2, memiliki

ketahanan terhadap suhu berkisar antara -40°C hingga 90°C , dengan titik leleh sekitar $\pm 134^{\circ}\text{C}$. Sementara itu, aspal memiliki titik leleh sekitar 48°C . Oleh karena itu, dengan penambahan limbah plastik HDPE ke dalam aspal, titik leleh aspal meningkat, yang pada gilirannya membuat aspal modifikasi lebih tahan terhadap perubahan cuaca (Sumiati, Mahmuda, and Syapawi 2019).

2.5. Agregat

Agregat adalah bahan granular seperti pasir, kerikil, atau batu pecah yang digunakan dalam konstruksi untuk membentuk campuran beton, aspal, dan bahan bangunan lainnya. Sebagai komponen utama dalam campuran tersebut, agregat memberikan kekuatan, stabilitas, dan daya tahan pada material konstruksi.

Agregat terbagi menjadi dua kategori: agregat kasar (butiran $> 4,75$ mm, kerikil atau batu pecah) dan agregat halus (butiran $< 4,75$ mm, pasir alam atau pasir buatan). Sifat fisik dan mekanik agregat, seperti ukuran butir, bentuk, kekerasan, dan kepadatan, sangat krusial dalam menentukan kualitas campuran beton dan aspal. Agregat yang baik harus memiliki ukuran butir dan bentuk yang sesuai, bersih dari partikel organik dan bahan kimia yang dapat merusak campuran. Sifat agregat juga memengaruhi kinerja campuran beton dan aspal terkait kekuatan, ketahanan aus, dan stabilitas struktur.

2.6. Marshall

Marshall adalah metode uji standar untuk menilai kekuatan dan karakteristik deformasi aspal. Metode ini berdasarkan prinsip bahwa aspal elastis dapat menahan gaya luar dan pulih ke bentuk semula setelah beban dihilangkan. Uji Marshall melibatkan penempatan sampel aspal dalam cetakan, memberikan beban bertahap untuk mencapai deformasi tertentu, dan mengukur kekuatan aspal melalui jumlah beban yang diperlukan. Hasil uji digunakan untuk mengevaluasi kekuatan, kepadatan, stabilitas campuran aspal, serta memberikan perkiraan masa pakai dan kemampuan menangani beban lalu lintas. Sebagai standar internasional, uji Marshall memainkan peran kunci dalam memastikan kualitas dan keselamatan konstruksi jalan raya.

3. METODOLOGI

Jenis Penelitian ini merupakan penelitian experimental, dimana penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil Universitas Gorontalo.

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

3.1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan beberapa persiapan sebelum melakukan penelitian, yaitu :

3.1.1. Tahap Persiapan Material

Pada tahap ini dilakukan persiapan material penelitian meliputi aspal, agregat kasar, agregat halus, filler dan aditif sebagai berikut :

- Aspal pen 60/70 diambil dari Laboratorium Rusli Habibi Universitas Gorontalo.
- Agregat kasar : Tipe : batu pecah (split), ukuran : maksimum 25,4 mm (1 inch), berat jenis : minimum 2500 kg/m³
- Agregat halus : Tipe : abu batu dan pasir, ukuran : 0,075 mm–4,75 mm, Berat jenis : minimum 2500 kg/m³.

3.1.2. Tahap Persiapan Alat

- Alat uji pemeriksaan aspal Alat yang digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain : Alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala, alat uji titik bakar, alat uji daktilitas, dan alat uji berat jenis (Piknometer dan timbangan) alat uji kelenturan (CCI4).
- Alat uji pemeriksaan agregat yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain mesin Los Angeles (tes abrasi), saringan standar (terdiri dari ukuran ¾ “, ½ “, 3/8 “, # 4, # 8, # 16, # 30, # 50 dan # 200), alat uji kepipihan, alat pengering (Oven), timbangan berat, alat uji berat jenis, (piknometer, timbangan, pemanas), bak perendam dan tabung sand equivalent.
- Alat uji karakteristik campuran agregat aspal Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat yang digunakan untuk metode Marshall.

3.2. Tahap Pemeriksaan Material

Tahap ini dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal dan agregat yang akan digunakan dalam campuran aspal. Pemeriksaan sifat fisis aspal yaitu :

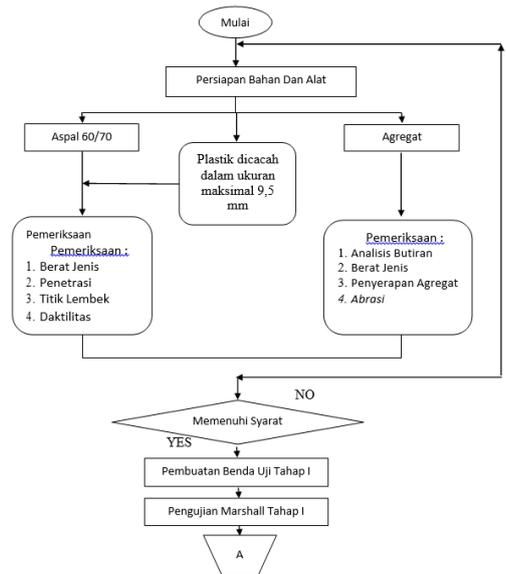
- Pemeriksaan Penetrasi Aspal (SNI 06-2456-1991)
- Pemeriksaan Titik Lembek (SNI 2434 : 2011)
- Daktilitas (SNI 2432 :2011)
- Berat Jenis (SNI 2441: 2011)
- Pemeriksaan sifat fisis agregat terdiri dari :
 - Analisis Butiran (SNI 1968-1990-F)
 - Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)
 - Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)
 - Abrasi (SNI 03-2417-1991)

3.3. Tahap Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data meliputi :

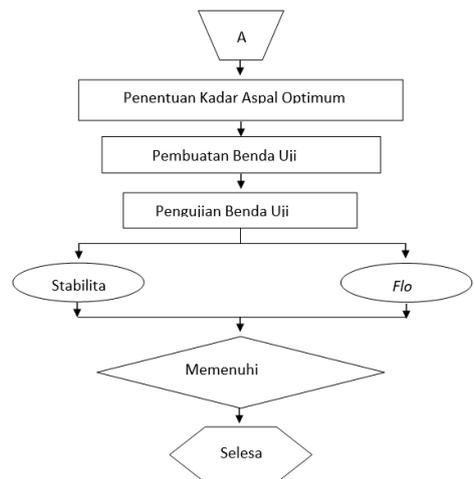
- Analisa mengenai penambahan plastik high density polythylene (HDPE) terhadap properties bitumen.
- Analisa mengenai penambahan plastik high density polythylene (HDPE) dengan variasi mana yang memenuhi persyaratan aspal modifikasi.
- Analisa mengenai penambahan plastik high density polythylene (HDPE) pada pengujian stabilitas dinamis.

Adapun bagan alir penelitian ini adalah sebagai berikut :



Sumber: penulis, 2023

Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Sumber: penulis, 2023

Gambar 2. Lanjutan Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Benda uji

Hasil pengujian marshall test dengan campuran dan tanpa campuran plastik HDPE dapat dilihat pada tabel 1:

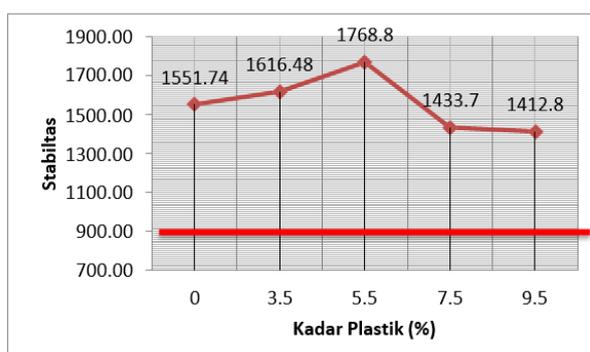
Tabel 1 : Hasil Pengujian Marshall dengan campuran aspal dengan HDPE dan tanpa HDPE

No	Jenis Pemeriksaan	Kadar Aspal	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	Spek
		Kadar HDPE	0	3.5	5.5	7.5	9.5	
1	Stability (Kg/cm ²)		1551.74	1616.48	1786.79	1433.69	1412.75	Min 800
2.	Flow (mm)		3.23	2.88	2.36	1.95	1.38	2 – 4
3.	VMA (%)		15.83	15.01	15.04	15.12	14.77	Min 15
4.	VFB (%)		73.22	77.79	77.13	77.09	79.23	Min 65
5.	VIM		4.42	3.48	3.51	3.51	3.21	3 – 5
6.	Marshall Quotient (Kg/mm)		471.58	550.84	734.48	720.81	1005.12	Min 250
7.	Density (%)		2.244	2.266	2.266	2.263	2.273	

Sumber: penulis, 2023

4.1.1. Stabilitas

Penelitian ini mengevaluasi nilai stabilitas untuk campuran aspal AC-WC berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi III Tahun 2010. Penambahan plastik HDPE pada campuran ini meningkatkan nilai stabilitas, menunjukkan peningkatan daya ikat antara aspal dan agregat (lihat Gambar 3). Meskipun demikian, perlu pembatasan pada penambahan plastik HDPE karena kadar 7,5% dan 9,5% menghasilkan penurunan nilai stabilitas. Nilai flow yang rendah mengindikasikan kekakuan campuran aspal, meningkatkan risiko retak saat terkena beban lalu lintas.

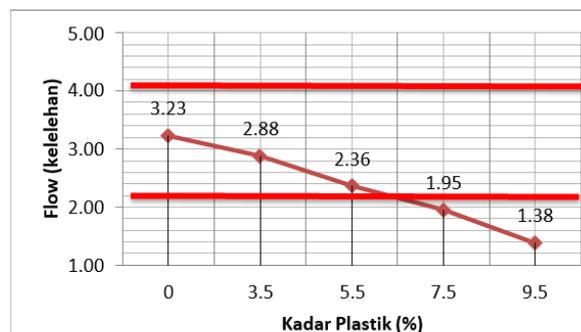


Sumber: penulis, 2023

Gambar 3. Stabilitas Marshall

4.1.2. Flow

Nilai flow campuran aspal tanpa dan dengan adanya penambahan plastik HDPE, tidak semuanya memenuhi spesifikasi (tabel 1). Semakin tinggi kadar penambahan plastik HDPE semakin rendah nilai flow yang di peroleh.

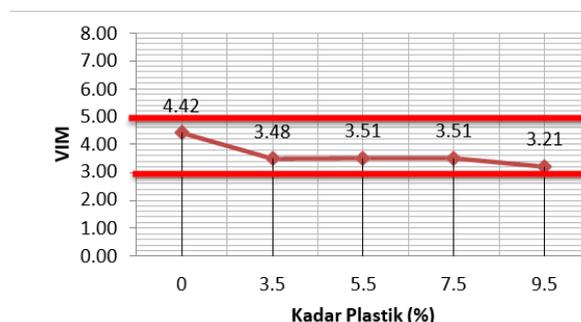


Sumber: penulis, 2023

Gambar 4. Flow (kelelahan)

4.1.3. Rongga Dalam Campuran (VIM)

Nilai VIM campuran aspal tanpa penambahan plastik HDPE memenuhi spesifikasi, begitu pula campuran aspal dengan penambahan plastik HDPE dengan kadar 3,5%, 5,5%, 7,5%, 9,5%.

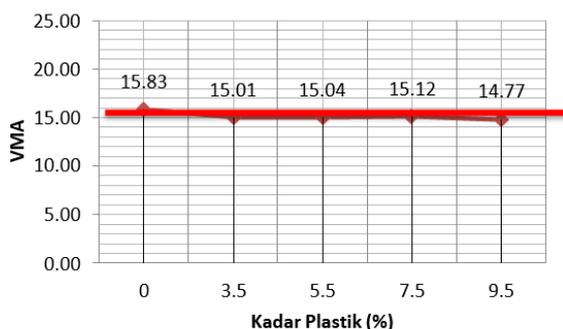


Sumber: penulis, 2023

Gambar 5. Rongga dalam campuran (VIM)

4.1.4. Rongga Dalam Agregat (VMA)

Nilai VMA campuran aspal tanpa dan dengan adanya penambahan plastik HDPE, seluruhnya memenuhi spesifikasi (Tabel 1). Pada umumnya nilai VMA berbanding lurus dengan nilai VIM dimana nilai VMA terus meningkat (Gambar 6). Agregat bergradasi baik atau bergradasi rapat memberikan rongga antar butiran agregat yang kecil.

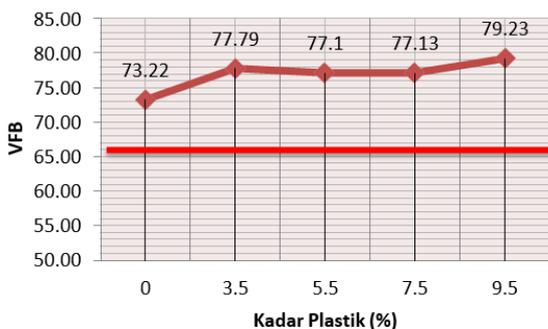


Sumber: penulis, 2023

Gambar 6. Rongga dalam agregat (VMA)

4.1.5. Rongga Terisi Aspal (VFB)

Nilai VFB campuran aspal tanpa dan menggunakan plastik HDPE dengan kadar 3,5%, 5,5%, 7,5%, dan 9,5% memenuhi spesifikasi. Semakin rendah nilai VFB menandakan semakin kecil rongga dalam campuran yang terisi aspal, sehingga kedekatan aspal terhadap air dan udara semakin rendah.

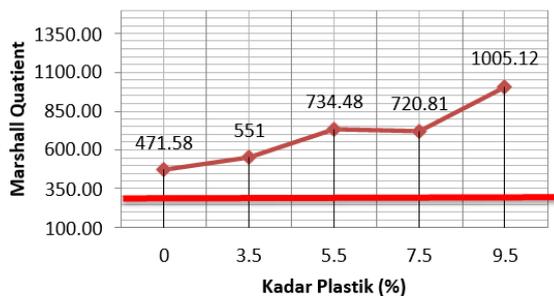


Sumber: penulis, 2023

Gambar 7. Rongga terisi aspal (VFB)

4.1.6. Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient)

Nilai Marshall Quotient (MQ) campuran aspal tanpa dan dengan adanya penambahan plastik HDPE, seluruhnya memenuhi spesifikasi (Tabel 1). Meningkatnya nilai MQ menandakan campuran aspal memiliki nilai stabilitas yang tinggi (Gambar 8).



Sumber: penulis, 2023

Gambar 8. Marshall Quotient

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) dengan penambahan plastik High Density Polyethylene (HDPE) dalam variasi kadar 3,5%, 5,5%, 7,5%, dan 9,5% mengindikasikan beberapa kesimpulan. Pertama, dari segi manfaat lingkungan, penggunaan limbah plastik HDPE dapat memberikan kontribusi positif dalam mengurangi pencemaran lingkungan di jalan raya, berpotensi meningkatkan kualitas dan kebersihan lingkungan sekitar. Kedua, terdapat peningkatan stabilitas campuran dengan penambahan plastik HDPE, dimana kadar plastik yang lebih tinggi berkorelasi positif dengan nilai stabilitas yang lebih tinggi, menunjukkan peningkatan daya ikat antara aspal dan agregat. Namun, penelitian juga menemukan batasan penggunaan plastik HDPE pada kadar 7,5% dan 9,5%, yang dapat menyebabkan penurunan stabilitas campuran dan nilai flow, menjadikan campuran lebih kaku dan getas. Meskipun demikian, penambahan plastik HDPE dalam rentang 3,5% hingga 9,5% masih memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010 Revisi III, meskipun perlu diperhatikan bahwa semakin tinggi kadar plastik HDPE, semakin menurun kualitas campuran. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa kadar plastik HDPE yang lebih tinggi dapat meningkatkan kedekatan campuran terhadap air dan udara, namun juga berhubungan dengan peningkatan ketegangan campuran, menandakan stabilitas yang tinggi dalam campuran aspal.

5.2. Saran

Berdasarkan temuan penelitian, saran-saran yang dapat disampaikan mencakup perlunya penelitian lebih lanjut menggunakan metode basah untuk mengevaluasi efek penambahan plastik Low Density Polyethylene (HDPE) pada campuran aspal dan bitumen. Selain itu, disarankan untuk melakukan penelitian ekstensif dengan menambahkan plastik HDPE dalam kisaran kadar yang lebih tinggi, yaitu antara 10% hingga 20%, untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang potensi pengaruhnya terhadap karakteristik campuran. Selanjutnya, perlu dilakukan penelitian khusus terkait

dampak penggunaan plastik HDPE dalam campuran aspal pada suhu pencampuran di atas 200°C, guna mengevaluasi performa campuran dalam kondisi ekstrem tersebut. Kesemua saran ini diharapkan dapat memberikan kontribusi tambahan dalam pengembangan teknologi campuran aspal yang ramah lingkungan dan memiliki stabilitas yang optimal.

Ekstrem.” *Construction and Material Journal* 1 (1).

Suprayitno, and Sri Wiwoho Mudjanarko. 2019. “Studi Analisis Uji Marshall Pada Pembuatan Campuran Aspal Plastik Jenis HDPE.” *SPIRIT PRO PATRIA* 5 (2): 142–50.

DAFTAR PUSTAKA

- Debataraja, Semangat Marudut Tua, and Natalius Shite. 2020. “Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Polyethylene Terephthalate (PET) Terhadap Daya Lekat Campuran Laston Lapis AC-WC.” *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL* 9 (1): 59–69.
- Riyono, Rian Wanardi, and Hagni Puspito. n.d. “PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK HIGH DENSITY POLY ETHYLENE PADA LAPISAN PERKERASAN ASPAL BETON AC-BC (Effect of Addition of High Density Polyethylene Plastics on Layers Asphalt Concrete AC-BC).” *J.Infras*. Vol. 3.
- Fitri, Suraya, Sofyan M Saleh, and Muhammad Isya. 2018. “Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC – BC.” *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala* 1 (3): 737–48.
- Iman, Mujiarto. 2005. “Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif.” *Traksi* 3 (2): 65–73.
- Lopang, Ita, Nicholas Tedjasukmana, Ardeneline P Lara Yana, and Amelia Makmur. 2018. “Pengaruh Penggunaan Plastik HDPE Sebagai Bahan Aditif Terhadap Aspal Dengan Agregat Kasar Hasil Limbah Beton.” *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer* 07 (28): 389–401.
- Pagewang, Dody, Rais Rachman, and Alpius. 2020. “Pengaruh Penggunaan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah Dalam Campuran Ac-Base.” *Paulus Civil Engineering Journal* 2 (2): 97–102.
<http://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcej>.
- Pataras, Mirka, Aztri Yuli Kurnia, Yulia Hastuti, Arfie Safitri, and Meilianti Bindari. 2017. “Karakteristik Laston Wearing Course Menggunakan Limbah Katalis Desulfurizer Dan Bottom Ash PT. Pusri Sebagai Filler.” In *Prosiding Simposium II – UNIID*, 495–501.
- Puspitasari, Tasia Rizky, Gunawan Wibisono, and Alfian Malik. 2018. “Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik Terhadap Karakteristik Marshall Pada Beton Aspal Lapis Pengikat.” *Jom FTEKNIK* 5 (2).
- Sumiati, Mahmuda, and A Syapawi. 2019. “Perkerasan Aspal Beton (Ac-Bc) Limbah Plastik Hdpe Yang Tahan Terhadap Cuaca