

Pengaruh Penambahan Cacahan Limbah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) Sebagai Bahan Tambah Campuran Laston AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) Terhadap Karakteristik Marshall

Kezia Dwi Putri Natalia Ndun¹, Andreas Welem Koreh², Anita Kurniati Alachmad Lamdu³

¹²³ Universitas Citra Bangsa Kupang
putrindun4@gmail.com

Submitted:

Revised: 2024/07/01;

Accepted: 2024/07/11; Published: 2024/08/08

Abstract

In increase quality vulnerable roads in Indonesia damaged Because influenced by weather, water, load vehicle excess, and construction insufficient pavement fulfil requirements, required material add as much as you can increase strength and help repair construction road asphalt the Utilization material waste plastic in construction pavement become good alternative in in increase quality pavement road. Objective study This is For know How influence addition waste plastic type High Density Polyethylene (HDPE) against Marshall Laston AC-WC characteristics with variation rate HDPE plastic at 0%, 2%, 4%, and 6%. Marshall characteristics reviewed is mark density (density), VIM (void in mix), VMA (void mineral aggregate), VFA (void filled with asp halt), melting (flow), and stability. Method research used with method experiments in the laboratory and refers to Specification General Highways 2018. Research results shows the Marshall test on the mixture Laston AC-WC with addition rate HDPE plastic 0%, 2%, 4%, and 6% can be raise mark density (density), stability , VFA (Void Filled with Asphalt), whereas For VIM (void in mix), VMA (Void Mineral Aggregate) and melt (flow) values experienced decline . Marshall parameter values obtained fulfil standard Specification General Highways 2018. Percentage rate optimum asphalt (KAO) obtained is 6.0%, Marshall test of variation material plus waste plastic best value For density, melting (flow), stability, VIM , VMA, and VFA, namely at levels waste plastic 2%.

Keywords



HDPE plastic, Laston AC -WC, Marshall Characteristics

© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY SA) license, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sangat mendukung sarana transportasi, salah satu sarana transportasi yaitu jalan. Jalan merupakan infrastruktur untuk menghubungkan suatu tempat dengan tempat lain untuk menunjang pergerakan masyarakat. Konstruksi perkerasan jalan yang paling sering digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur.

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga (1987) dalam Pedoman Teknik No.

13/PT/B/1987, laston (lapis aspal beton) adalah suatu lapisan konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal dengan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, serta dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.¹ Campuran ini memiliki kelemahan yaitu rentan mengalami kerusakan karena dipengaruhi oleh cuaca, air, beban kendaraan berlebih, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan. Oleh karena itu diperlukan bahan tambah yang dapat meningkatkan kekuatan dan membantu perbaikan konstruksi jalan aspal tersebut.

Keberadaan sampah plastik selalu menjadi masalah utama dalam pencemaran lingkungan baik pencemaran tanah maupun laut. Berdasarkan data Sistem Informasi Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume timbunan sampah di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 19,45 juta ton, dengan jumlah sampah plastik sebanyak 18,55%.² Di Nusa Tenggara Timur jumlah timbunan sampah mencapai 2.108,62 ton setiap harinya. Plastik merupakan suatu bahan polimer yang tidak dapat terurai secara hayati, sehingga diperlukan alternatif untuk memanfaatkan limbah plastik tersebut.

Menurut Sukirman (2016) perkerasan jalan adalah jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, kekakuan dan kestabilan tertentu. Bahan pengikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen, dan tanah liat.³

Material dasar pembentuk lapisan perkerasan jalan khususnya perkerasan lentur adalah agregat dan aspal. Agregat merupakan salah satu komponen utama dari perkerasan jalan. Daya dukung dari lapisan perkerasan ditentukan oleh sifat agregat dan gradasi agregatnya. Sedangkan aspal berfungsi sebagai material pengikatnya.

Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah plastik polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Plastik ini telah diamati dapat memodifikasi aspal.

Sifat-sifat campuran beraspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian marshall antara lain: Stabilitas marshall, kelelahan (*flow*), rongga terisi aspal (VFA), rongga antar agregat (VMA), dan rongga udara di dalam campuran (VIM).

Tujuan penelitian ini menggunakan cacahan limbah plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) sebagai bahan tambah pada campuran Laston AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) untuk mengetahui nilai karakteristik marshall dengan variasi penambahan HDPE 0%, 2%, 4%, dan 6% serta mengetahui persentase optimum dari penambahan HDPE yang dapat meningkatkan karakteristik marshall.

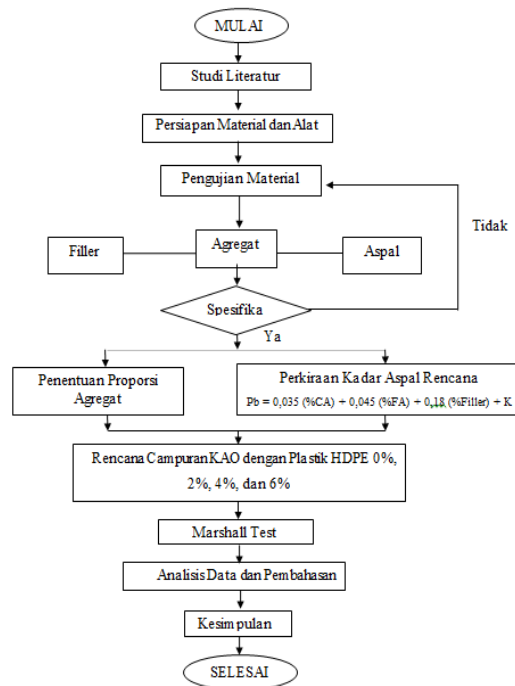
¹ Direktorat Jenderal Bina Marga, 'Pedoman Teknik No.13/PT/B/1987' (Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1987).

² Sistem Informasi Sampah Nasional, 'Sistem Informasi Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK)', 2022.

³ Silvia Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas* (Bandung: Institut Teknologi Nasional, 2016).

METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan lokasi pengambilan material di lakukan di quarry Takasi Milik PT. Bumi Indah. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Pengujian dilakukan berdasarkan pedoman Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Langkah kerja penelitian ditampilkan dengan diagram alir pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

PEMBAHASAN

Pengujian Gradasi Agregat

Pengujian ini untuk mengetahui gradasi campuran sehingga dapat digunakan sebagai perencanaan campuran. Berikut hasil analisis pengujian saringan agregat kasar dan agregat halus yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian gradasi agregat

Ukuran Saringan		Lolos Saringan (%)				
(ASTM)	(mm)	Batu Pecah $\frac{3}{4}$	Batu Pecah $\frac{1}{2}$	Abu Batu	Pasir Alam	Filler
No. 1	25	100	100	100	100	100
No. 3/4	19	95.76	100	100	100	100
No. 1/2	12.5	47.08	98.75	100	100	100
No. 3/8	9.5	14.71	72.71	100	100	100

No.4	4.75	0.5	11.9	99.87	99.33	100
No.8	2.36	0.25	1.13	74.75	78.41	100
No.16	1.18	0.23	0.74	36.89	53.13	100
No.30	0.6	0.22	0.68	20.83	33.15	100
No.50	0.3	0.21	0.65	15.27	18.98	98.9
No.100	0.15	0.2	0.59	10.22	5.88	97.3
No.200	0.075	0.16	0.46	7.24	1.5	93

Berdasarkan Tabel 1. Hasil pengujian analisis saringan agregat lolos saringan dan memenuhi spesifikasi campuran laston AC-WC.

Pengujian Sifat Fisik Agregat

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dan penyerapannya terhadap air. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan sifat fisik agregat

No.	Agregat	Jenis Pengujian	Metode	Batas	Hasil
1	Batu Pecah $\frac{3}{4}$	Berat Jenis	SNI 1969:2016	$\geq 2,5\%$	2.709
		Penyerapan Air		$\leq 3\%$	0.504
2	Batu Pecah $\frac{1}{2}$	Berat Jenis	SNI 1969:2016	$\geq 2,5\%$	2.641
		Penyerapan Air		$\leq 3\%$	1.034
3	Abu Batu	Berat Jenis	SNI 1970:2016	$\geq 2,5\%$	2.704
		Penyerapan Air		$\leq 3\%$	2.86
4	Pasir Alam	Berat Jenis	SNI 1970:2016	$\geq 2,5\%$	2.713
		Penyerapan Air		$\leq 3\%$	2.881

Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisik gregat untuk material batu pecah $\frac{3}{4}$, batu pecah $\frac{1}{2}$, abu batu, pasir alam memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

Hasil Analisis Pengujian Marshall dengan Penambahan Plastik HDPE

Marshall test yang telah dilakukan bertujuan untuk mencari nilai parameter marshall yaitu nilai kepadatan (Density), VIM (Void In Mix), VMA (Void Mineral Agregate), VFB (Void Filled with Asphalt), Kelelahan (flow), dan stabilitas. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan acuan SNI 06- 2489-1991.

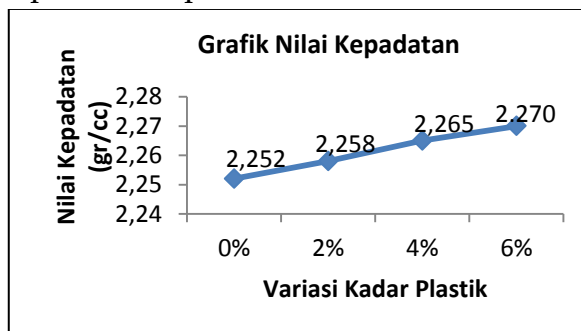
Kepadatan (density)

Kepadatan (density) merupakan berat campuran pada setiap satuan volume. Campuran yang mempunyai nilai kepadatan tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar serta kekedapan air dan udara yang tinggi pula. Hasil analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian kepadatan

Kadar Plastik (Sampel)		Kepadatan (gr/cc)	Rata-rata (gr/cc)
Kadar Plastik 0%	I	2,25	2,25
Kadar Plastik 0%	II	2,25	
Kadar Plastik 0%	III	2,25	
Kadar Plastik 2%	I	2,25	2,25
Kadar Plastik 2%	II	2,25	
Kadar Plastik 2%	III	2,25	
Kadar Plastik 4%	I	2,26	2,26
Kadar Plastik 4%	II	2,26	
Kadar Plastik 4%	III	2,26	
Kadar Plastik 6%	I	2,27	2,27
Kadar Plastik 6%	II	2,27	
Kadar Plastik 6%	III	2,27	

Dari hasil pengujian kepadatan pada Tabel 3. data pengujian tersebut dipaparkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Kepadatan

Berdasarkan Gambar 2. nilai kepadatan semakin naik dengan bertambahnya kadar

plastik. Semakin tinggi kadar plastik maka kadar aspal semakin dapat menyelimuti dengan sempurna. Oleh karena itu, kadar aspal yang ada pada campuran dapat mengisi semua rongga yang harusnya terisi oleh aspal.

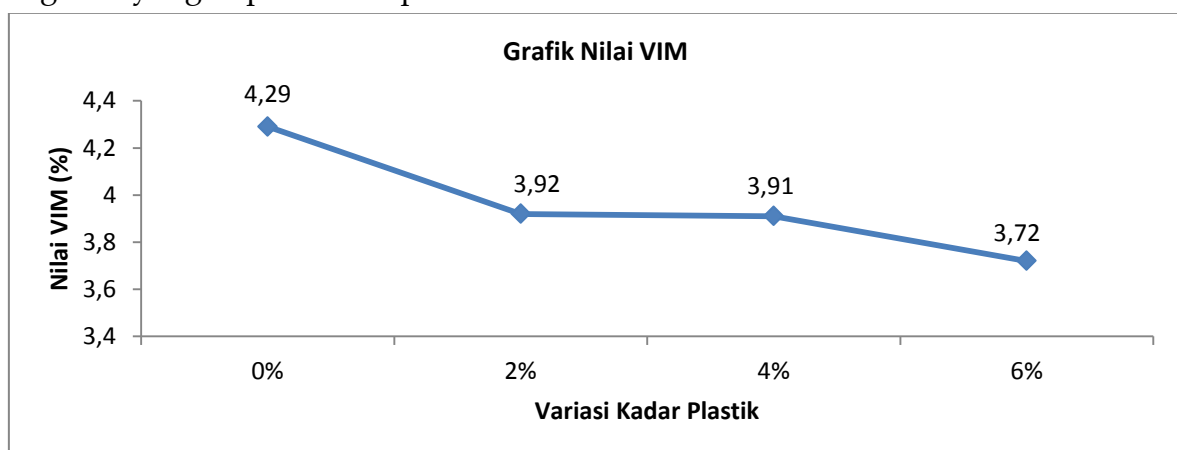
VIM (void in mix)

VIM (void in mix) yaitu rongga udara dalam campuran aspal. Nilai VIM yang disyaratkan yaitu 3%-5%. Hasil analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian VIM

Kadar Plastik (Sampel)		VIM (%)	Rata-rata (%)
Kadar Plastik 0%	I	4,31	4,29
Kadar Plastik 0%	II	4,35	
Kadar Plastik 0%	III	4,23	
Kadar Plastik 2%	I	3,94	3,92
Kadar Plastik 2%	II	3,92	
Kadar Plastik 2%	III	3,92	
Kadar Plastik 4%	I	3,92	3,91
Kadar Plastik 4%	II	3,89	
Kadar Plastik 4%	III	3,93	
Kadar Plastik 6%	I	3,70	3,72
Kadar Plastik 6%	II	3,73	
Kadar Plastik 6%	III	3,74	

Dari hasil pengujian VIM pada Tabel 4. data pengujian tersebut dipaparkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai VIM

Berdasarkan Gambar 3. Nilai VIM semakin kecil dengan bertambahnya kadar plastik, hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya kadar plastik HDPE maka akan semakin mengisi rongga didalam campuran laston AC-WC walaupun tidak terlalu

signifikan.

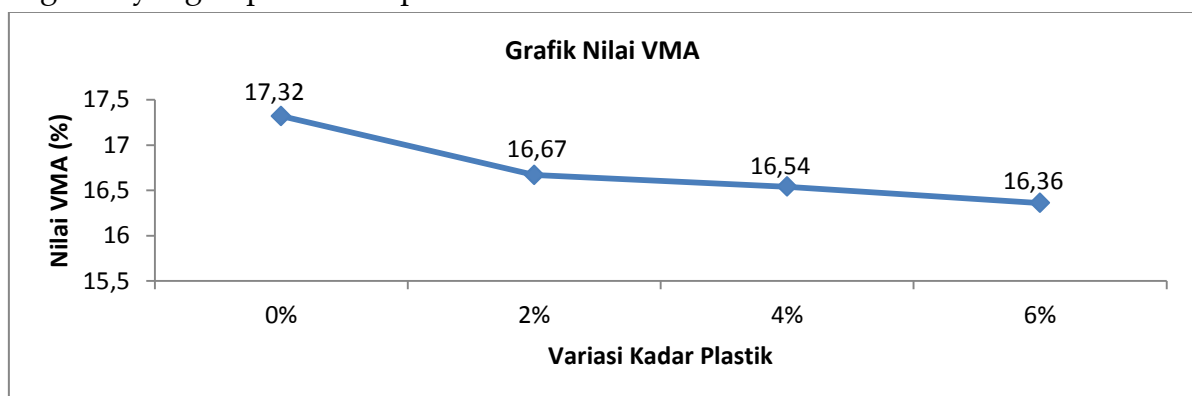
VMA (Void Mineral Agregate)

VMA (Void Mineral Agregate) adalah kadar persentase ruang rongga diantara partikel agregat pada benda uji. Nilai VMA yang disyaratkan minimal 15% sesuai dengan persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data hasil pengujian VMA

Kadar Plastik (Sampel)		VMA (%)	Rata-rata (%)
Kadar Plastik 0%	I	17,30	17,32
Kadar Plastik 0%	II	17,34	
Kadar Plastik 0%	III	17,23	
Kadar Plastik 2%	I	16,74	16,67
Kadar Plastik 2%	II	16,73	
Kadar Plastik 2%	III	16,72	
Kadar Plastik 4%	I	16,55	16,54
Kadar Plastik 4%	II	16,52	
Kadar Plastik 4%	III	16,56	
Kadar Plastik 6%	I	16,36	16,36
Kadar Plastik 6%	II	16,39	
Kadar Plastik 6%	III	16,36	

Dari hasil pengujian VMA pada Tabel 5. data pengujian tersebut dipaparkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai VMA

Berdasarkan Gambar 4. Nilai VMA melebihi batas minimum dari yang disyaratkan yaitu 15%. Campuran laston yang baik harus memiliki nilai VMA yang tidak boleh kurang dari nilai minimum yang disyaratkan karena nilai VMA kecil akan menyebabkan bleeding karena tidak menyelimuti agregat dengan baik.

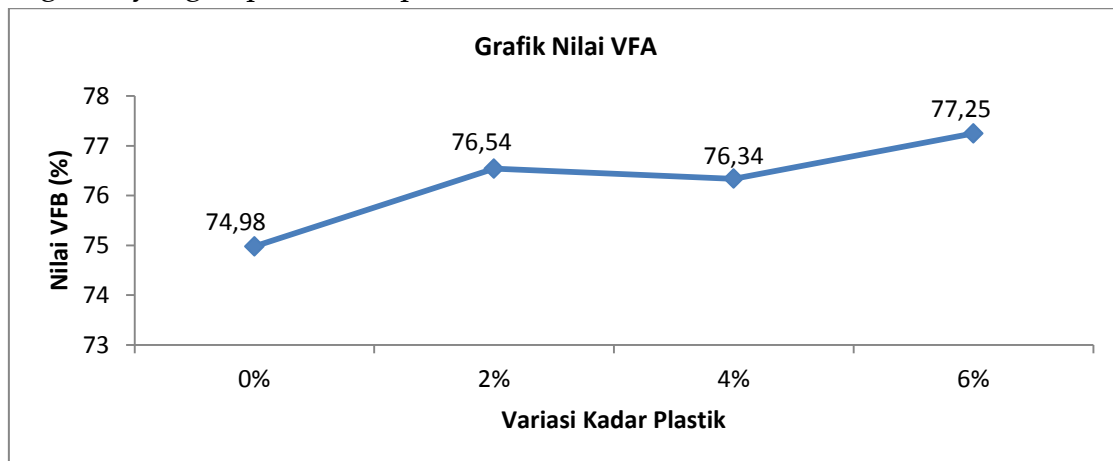
VFA (Void Filled with Asphalt)

VFA (Void Filled with Asphalt) adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Kadar aspal menjadi faktor utama pada nilai VFA. Hasil analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data hasil pengujian VFA

Kadar Plastik (Sampel)		VFA (%)	Rata-rata (%)
Kadar Plastik 0%	I	75,09	75,16
Kadar Plastik 0%	II	74,93	
Kadar Plastik 0%	III	75,46	
Kadar Plastik 2%	I	76,48	76,20
Kadar Plastik 2%	II	76,56	
Kadar Plastik 2%	III	76,58	
Kadar Plastik 4%	I	76,30	76,34
Kadar Plastik 4%	II	76,47	
Kadar Plastik 4%	III	76,25	
Kadar Plastik 6%	I	77,36	77,25
Kadar Plastik 6%	II	77,21	
Kadar Plastik 6%	III	77,19	

Dari hasil pengujian VFA pada Tabel 6. data pengujian tersebut dipaparkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai VFA

Berdasarkan Gambar 5. nilai VFA semakin naik seiring penambahan kadar plastik, hal ini dikarenakan kadar limbah plastik bersifat seperti aspal sebagai pengisi rongga diantara agregat pada campuran lebih besar, selain itu juga pori antar agregat lebih rapat sehingga campuran kedap terhadap air dan udara yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan lebih awet.

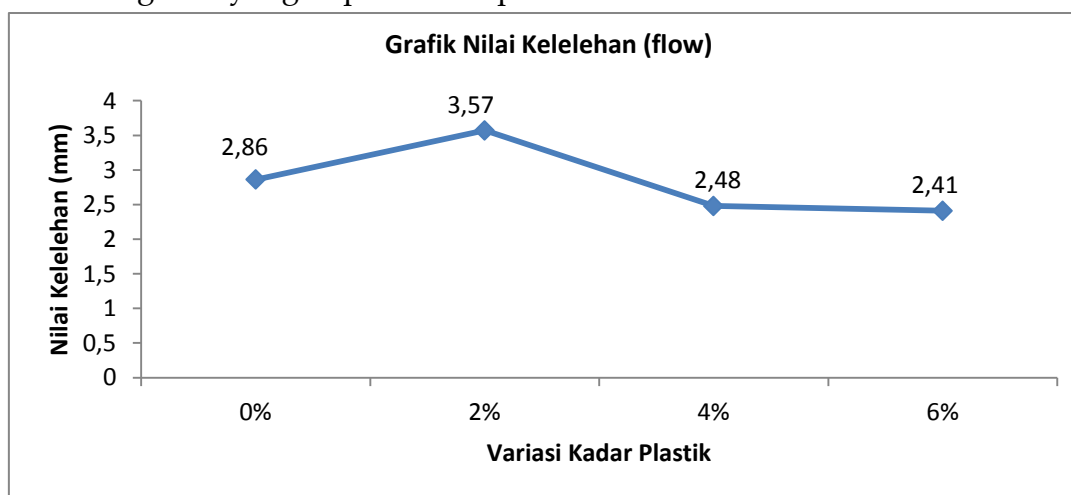
Kelelehan (flow)

Kelelehan (flow) merupakan besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban keruntuhan, nilai flow dinyatakan dalam satuan panjang. Hasil analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data hasil pengujian Kelelehan

Kadar Plastik (Sampel)		Kelelehan (mm)	Rata-rata (mm)
Kadar Plastik 0% I		2,78	
Kadar Plastik 0% II		2,95	
Kadar Plastik 0% III		2,87	2,86
Kadar Plastik 2% I		3,66	
Kadar Plastik 2% II		3,48	
Kadar Plastik 2% III		3,57	3,57
Kadar Plastik 4% I		2,39	
Kadar Plastik 4% II		2,58	
Kadar Plastik 4% III		2,49	2,48
Kadar Plastik 6% I		2,45	
Kadar Plastik 6% II		2,37	
Kadar Plastik 6% III		2,41	2,41

Dari hasil pengujian kelelehan pada Tabel 7. data pengujian tersebut dipaparkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik nilai kelelehan (flow)

Berdasarkan Gambar 6. Pada kadar plastik 2% nilai flow mengalami peningkatan sebesar 3,57% dan mengalami penurunan dikadar plastik 6%. Nilai flow berbanding lurus dengan nilai stabilitas campuran. Jika nilai flow yang rendah dan stabilitas tinggi mengindikasikan bahwa campuran mudah retak, sedangkan nilai flow yang tinggi dengan stabilitas yang rendah menyebabkan campuran mudah mengalami perubahan bentuk dalam menahan beban.

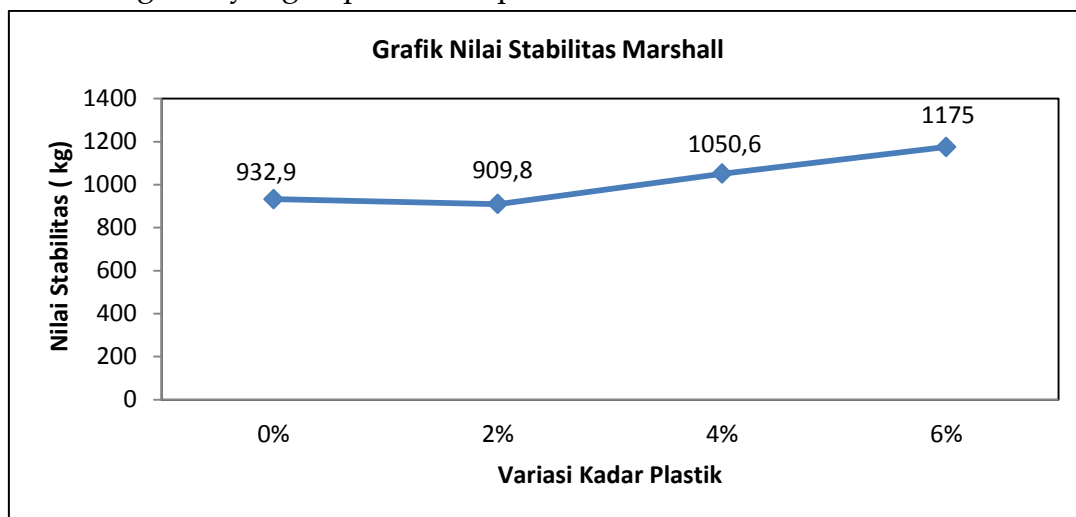
Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur dan bleeding. Hasil analisis pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data hasil pengujian Stabilitas

Kadar Plastik (Sampel)		Stabilitas (Kg)	Rata-rata (Kg)
Kadar Plastik 0%	I	916,0	932,9
Kadar Plastik 0%	II	928,2	
Kadar Plastik 0%	III	954,7	
Kadar Plastik 2%	I	920,0	909,8
Kadar Plastik 2%	II	901,7	
Kadar Plastik 2%	III	907,8	
Kadar Plastik 4%	I	1.044,5	1050,6
Kadar Plastik 4%	II	1.056,7	
Kadar Plastik 4%	III	1.050,6	
Kadar Plastik 6%	I	1.160,8	1.175,0
Kadar Plastik 6%	II	1.179,1	
Kadar Plastik 6%	III	1.185,2	

Dari hasil pengujian stabilitas pada Tabel 8. data pengujian tersebut dipaparkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik nilai stabilitas

Berdasarkan Gambar 7. Bertambahnya kadar plastik nilai stabilitas juga mengalami peningkatan kecuali pada kadar plastik 2% mengalami penurunan yaitu sebesar 909,8mm. Hal tersebut dipengaruhi oleh plastik yang ditambahkan berbentuk serat bersudut dan agregat yang terselimuti oleh aspal saling mengunci dengan baik. Posisi agregat tidak

mudah bergeser dari tempatnya ketika diberi beban, sehingga stabilitasnya meningkat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pengaruh penggunaan plastik HDPE dalam campuran laston AC-WC nilai karakteristik marshall pada campuran Laston AC-WC terhadap karakteristik marshall yaitu dapat menaikkan nilai kepadatan (density), stabilitas, VFA (Void Filled with Asphalt), sedangkan untuk nilai VIM (void in mix), VMA (Void Mineral Agregate), dan kelelahan (flow) mengalami penurunan. Nilai-nilai parameter marshall yang didapatkan memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018. Persentase kadar aspal optimum (KAO) yang didapatkan adalah 6,0%. Hasil pengujian Marshall variasi bahan tambah limbah plastik nilai yang terbaik untuk kepadatan(density), kelelahan (flow), stabilitas, VIM (void in mix), VMA (Void Mineral Agregate), dan VFA (Void Filled with Asphalt) yaitu pada kadar limbah plastik 2%.

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan menggunakan perkerasan aspal jenis lain dengan penambahan jenis limbah plastik yang berbeda seperti LDPE, PET, PP dan lain sebagainya untuk melihat perbandingannya dengan penelitian yang telah dilakukan. Penelitian ini hanya sebatas pengujian di laboratorium, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menguji penghamparan langsung di lapangan. Dan Penambahan limbah plastik baik digunakan untuk campuran aspal, tetapi sebaiknya digunakan di kota-kota besar yang memiliki limbah plastik dengan skala yang besar.

REFERENSI

- Direktorat Jendral Bina Marga, 'Pedoman Teknik No.13/PT/B/1987' (Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1987)
- F.Eddy Poerwodihardjo, Fajar Setiabudi, 'Perbandingan Penggunaan Limbah Plastik HDPE, Limbah Plastik PP Dan Lateks Terhadap Aspal Penetrasi 60/70', TEODOLITA : Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik, 23 (2022)
- Jenderal, Direktorat, and Bina Marga, 'Spesifikasi Umum 2018', September, 2018
- Nawir, Daud, and Achmad Zultan M, 'Analisis Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-BC) Menggunakan Liquid Asbuton Dengan Penambahan Serpih Sampah HDPE (High Density Polyethylene)', Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil, 4.1 (2020)
- Rosyida, Ismaya Adlinatika Ilham. "Pengaruh Bahan Tambahan PET (Polythylene Terthalate) Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal AC-WC." (2021).

- Salma Alwi, Anung Sudibyo, Herni, 'Pengaruh Penggunaan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Pada Campuran Aspal AC-WC', *INERSIA*, 1 (2020)
- Saputra, Malgito. "Penggunaan Limbah Plastik High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Aspal Beton (AC-WC)." *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University* 2.2: 1-2.
- Sistem Informasi Sampah Nasional, 'Sistem Informasi Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK)', 2022
- SNI 03-6757-2002, 'Metode Pengujian Berat Jenis Nyata Campuran Beraspal Dipadatkan Menggunakan Benda Uji Kering Permukaan Jenuh' (Badan Standarisasi Nasional (BSN))
- SNI 03-6893-2002, 'Metode Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal' (Badan Standarisasi Nasional (BSN))
- SNI 06-2489-1991, 'Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall' (Badan Standarisasi Nasional (BSN))
- SNI 1969:2016, 'Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar' (Badan Standarisasi Nasional (BSN))
- SNI 1970:2016, 'Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus' (Badan Standarisasi Nasional (BSN))
- SNI ASTM C136:2012, Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar (ASTM C136-06, IDT) (Badan Standarisasi Nasional (BSN))
- Sukirman, Silvia, *Beton Aspal Campuran Panas* (Bandung: Institut Teknologi Nasional, 2016)