

## Pemanfaatan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) Sebagai Substitusi Sebagian Aspal Pada Lapisan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)

Wesli<sup>1)</sup>, Zulfira Tri Rezeki Sembiring<sup>2)</sup>, Hamzani<sup>3)</sup>, T. Mudi Hafli<sup>4)</sup>, Fasdarsyah<sup>5)</sup>  
Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia  
Email: [wesli@unimal.ac.id](mailto:wesli@unimal.ac.id)<sup>1)</sup>, [zulfirasambiring@gmail.com](mailto:zulfirasambiring@gmail.com)<sup>2)</sup>, [hamzani@unimal.ac.id](mailto:hamzani@unimal.ac.id)<sup>3)</sup>,  
[teukumudi@unimal.ac.id](mailto:teukumudi@unimal.ac.id)<sup>4)</sup>, [fasdarsyah@unimal.ac.id](mailto:fasdarsyah@unimal.ac.id)<sup>5)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v16i1.1351>

(Received: 27 January 2026 / Revised: 31 January 2025 / Accepted: 05 February 2026)

### Abstrak

Sampah plastik mencemari lingkungan menjadi penyumbang terbesar di Indonesia, pendauran ulang dapat dilakukan dengan menjadikan substitusi aspal. Lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas berfungsi sebagai lapisan aus, terdiri dari agregat kasar, halus, *filler* dan aspal. Penggunaan plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dan LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebagai pengganti aspal sebagian dalam campuran lapisan AC-WC guna meningkatkan nilai stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional dan berfungsi sebagai bahan pengikat antara agregat yang bersifat termoplastis. Tujuan penelitian untuk mengetahui variasi pemanfaatan plastik HDPE dan plastik LDPE yang dapat memenuhi nilai parameter *marshall*. Benda uji yang digunakan 15 buah untuk KAO dan 3 benda uji untuk masing-masing variasi 5%, 6% dan 7%. Pengujian adalah pengujian *marshall*. KAO pada kadar aspal sebesar 6%. Hasil penelitian menunjukkan nilai parameter *marshall* memenuhi spesifikasi. Dapat disimpulkan bahwa dengan substitusi sebagian aspal dengan plastik HDPE dan plastik LDPE variasi 5%, 6% dan 7% memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

Kata kunci: *Laston AC-WC, Parameter Marshall, Plastik HDPE, Plastik LDPE*

### Abstrack

Plastic waste is a major environmental pollutant and represents one of the largest sources of pollution in Indonesia. One potential recycling approach is its utilization as a partial substitute for asphalt. The AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) layer is the uppermost pavement layer, functioning as a wearing course, and consists of coarse aggregate, fine aggregate, filler, and asphalt binder. The use of HDPE (*High Density Polyethylene*) and LDPE (*Low Density Polyethylene*) plastics as partial replacements for asphalt in AC-WC mixtures aims to improve stability values compared to conventional asphalt and to act as a thermoplastic binder between aggregates. This study aims to evaluate variations in the use of HDPE and LDPE plastics that satisfy Marshall parameter requirements. A total of 15 specimens were prepared to determine the Optimum Asphalt Content (OAC), while 3 specimens were tested for each plastic variation of 5%, 6%, and 7%. Marshall testing was conducted, and the OAC was found to be 6%. The results indicate that all Marshall parameters meet the specified requirements. It can be concluded that partial substitution of asphalt with HDPE and LDPE plastics at 5%, 6%, and 7% variations complies with the 2018 Bina Marga General Specifications (Revision 2).

Keywords: *Laston AC-WC, Marshall Parameters, HDPE Plastic, LDPE Plastic*

## 1. Latar Belakang

Sampah plastik terdeteksi mencemari berbagai segmen lingkungan mulai dari penumpukan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sehingga menyebabkan terkontaminasinya ekosistem laut dan air tawar hingga polusi akibat pembakaran sampah. Salah satu organisasi peduli iklim Greenpeace Indonesia mengungkap beberapa temuan, pertama publik menunjukkan satu suara untuk melawan dampak pencemaran sampah plastik terhadap lingkungan meskipun masih memiliki tingkat ketergantungan pada material ini (Greenpeace, 2021).

Berdasarkan data (SIPSN, 2021), sampah plastik masih menjadi penyumbang sampah di Indonesia dengan urutan kedua setelah sampah sisa makanan dengan persentase komposisi 17,71% dari sembilan kategori jenis sampah. Pada saat ini, plastik berjenis polimer pada dasarnya memiliki 2 golongan dimana jenis tersebut meliputi plastik *thermoset* dan *thermoplastic*, dalam hal ini salah satu plastik berjenis *thermoplastic* lebih dominan digunakan, seperti jenis LDPE dan HDPE yang dimana dapat ditemukan pada produk kantong kresek dan botol samphoo. Sehingga pemanfaatan plastik merupakan isu penting guna penyelamatan lingkungan (Warlina, 2019).

Menurut Brown (1990), campuran beraspal memiliki beberapa kelemahan seperti mengalami deformasi (perubahan bentuk) permanen disebabkan tekanan terlalu berat oleh muatan yang berlebihan, juga kerusakan karena kelembaban yang terjadi pada campuran aspal beton. Pemanfaatan sampah plastik pada lingkungan yang dapat digunakan dalam memodifikasi sifat-sifat aspal dalam campuran beton aspal agar dapat meningkatkan kinerja perkerasan (Dalen et al., 2017).

Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan upaya pemanfaatan limbah plastik atau polimer untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan oleh plastik. Pada penelitian ini adalah seberapa besar variasi campuran plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) yang dapat memenuhi parameter *marshall* untuk pemanfaatannya sebagai substitusi sebagian aspal pada lapisan AC-WC dan untuk mengetahui besarnya variasi campuran plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) yang dapat memenuhi parameter *marshall* untuk pemanfaatannya sebagai substitusi sebagian aspal pada lapisan AC-WC.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui apakah sampah plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dapat dimanfaatkan sebagai substitusi sebagian aspal pada lapisan AC-W dan jika dapat maka dari 3 variasi yang diteliti pada variasi berapa yang dapat dimanfaatkan dan memenuhi standar Marshall.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Lapisan Aspal Beton

Menurut Sukirman (2003), lapisan aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran homogen antara agregat dan aspal dengan atau tanpa bahan tambahan. Sifat-sifat campuran lapisan aspal beton (AC) sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Sifat-sifat campuran lapisan aspal beton (AC)

Sifat-sifat Campuran	Lapisan Aspal Beton		
	AC-WC	AC-BC	AC-Base
Jumlah tumbukan per bidang		75	112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min		0,6
	Maks		1,6
Rongga dalam campuran (%)	Min		3,0
	Maks		5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65
Stabilitas <i>marshall</i> (kg)	Min	800	1.800
Pelelehan (mm)	Min	2	3
	Maks	4	6
Stabilitas <i>marshall</i> sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min		90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min		2

Sumber: (Bina Marga, 2018)

## 2.2 Bahan Campuran Beraspal

Menurut Sukirman (2003), campuran aspal merupakan gabungan antara agregat dan aspal, yang berfungsi sebagai bahan pengisi rongga antar partikel, yaitu agregat yang merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain yang berasal dari alam dan buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar atau kecil. Agregat sebagai komponen utama dalam perkerasan jalan, yaitu 90-95% berdasarkan *presentase* berat atau 75-85% berdasarkan *presentase* volume total. *Filler* berupa bahan pengisi berupa debu batu kapur (*limestone dust*) atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau *dolomit* atau semen atau mineral yang berasal dari *asbuton* dan tidak bersifat plastis.

## 2.3 Plastik

Menurut Surono (2013), plastik merupakan senyawa polimer yang memiliki unsur penyusun utamanya karbon dan hidrogen. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, *chlorine* atau belerang dan plastik merupakan kelompok anorganik. Menurut Situmorang dkk (2019), penambahan bahan polimer atau plastik terhadap campuran aspal merupakan salah satu solusi yang dapat menaikkan nilai stabilitas campuran pada aspal.

Menurut Susilowati dkk (2021), campuran beraspal dengan memanfaatkan limbah plastik merupakan campuran yang memiliki sifat tahan terhadap deformasi, lebih baik dalam ketahanan lelah (*fatigue*), kendaraan tidak mudah slip saat aspal dalam keadaan kering atau basah dan tidak mudah retak. Menurut Awwad and Shbeeb (2007) polimer juga dapat meningkatkan daya tahan perkerasan terhadap berbagai kerusakan, seperti deformasi permanen, retak akibat perubahan suhu, *fatigue damage* serta pemisahan/pelepasan material.

Menurut Suroso (2008), terdapat dua cara dalam pencampuran plastik dengan tujuan menaikkan kinerja campuran beraspal yaitu sebagai berikut:

- A. Cara basah (*wet process*) yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan ke dalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai *homogen*.

B. Cara kering (*dry process*) yaitu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam agregat yang dapat dipanaskan pada temperatur campuran kemudian aspal panas ditambahkan.

#### 2.4 Kadar Aspal Tengah

Kadar aspal adalah persentase kandungan aspal didalam campuran perkerasan jalan. Dalam mencapai umur maksimum suatu perkerasan jalan kadar aspal menjadi salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan. Kadar aspal tengah (KAO) adalah persentase aspal optimum yang menjadi titik tengah dari rentang kadar aspal yang diuji, ditemukan melalui pengujian Marshall untuk memenuhi berbagai parameter campuran (stabilitas, VIM, VMA, dll.), dan biasanya berkisar antara 4,5% hingga 7% tergantung jenis campuran dan spesifikasi (seperti AC-WC, HRS), dengan nilai spesifik ditentukan berdasarkan grafik hubungan parameter Marshall terhadap kadar aspal yang memenuhi standar Bina Marga atau SNI. Sebelum melakukan perencanaan benda uji perlu dilakukannya penentuan kadar aspal tengah (Pb) dengan persamaan:

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045(\%FA) + 0.18(\%Filler) + K \quad (1)$$

#### 2.5 Parameter Marshall

Menurut Sukirman (2003), pengujian kinerja beton aspal padat dilakukan melalui pengujian *marshall*, yang dikembangkan pertama kali oleh Bruce *Marshall* dan diteruskan oleh U.S. *Corps Engineer*. Hubungan antara ketahanan (stabilitas) dan kelelahan plastis (*flow*) adalah berbanding lurus, semakin besar stabilitas maka semakin besar pula *flow*nya dan begitu pula sebaliknya. Pengujian *marshall* dapat diketahui dengan menghitung nilai stabilitas sebagai berikut:

$$S = p \times q \times r \quad (2)$$

di mana:

- S = Nilai stabilitas (Kg)
- P = Kalibrasi alat *marshall*
- q = Pembacaan dial stabilitas
- r = Angka koreksi benda uji

nilai *flow* yang didapat dengan membaca dial pada mesin *marshall*, nilai MQ dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$MQ = \frac{N_s}{N_f} \quad (3)$$

di mana:

- MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm)
- N<sub>s</sub> = Nilai stabilitas (kg)
- N<sub>f</sub> = Nilai *flow* (mm)

VMA (*Void in Material Aggregate*) adalah aspal yang berfungsi menyelimuti butir-butir agregat di dalam lapisan aspal beton, apabila nilai VMA tidak mencapai syarat minimum bina marga yaitu 15% maka lapisan aspal yang

menyelimuti kurang mengikat antara butir agregat sehingga dapat terjadi kerusakan seperti *reveling* dan *striping*.

VIM (*Void In the Mix*) adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran aspal beton dipadatkan, nilai VIM terlalu besar dari yang disyaratkan bina marga yaitu 3,0-5,0% mengakibatkan sedikitnya rongga pada lapisan aspal sehingga aspal akan menjadi rapuh dan mudah retak, apabila nilai VIM yang terlalu kecil maka akan mengakibatkan campuran tidak stabil kemungkinan terjadi *bleeding* dan kelelahan plastis menjadi lebih besar.

VFA (*Void Filled by Asphalt*) adalah volume pori lapisan beton yang terisi oleh aspal atau biasa disebut selimut aspal, apabila nilai VFA tidak mencapai syarat minimum bina marga yaitu 65% maka semakin sedikit rongga yang terisi aspal sehingga *film* aspal semakin tipis yang mengakibatkan aspal tidak kedap air dan udara.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penyajian dalam hasil penelitian ini adalah hasil yang diperoleh dari sifat fisis material, pengujian *marshall* untuk memperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) dan pegujian *marshall* dengan substitusi sebagian aspal menggunakan jenis plastik LDPE dan HDPE. Pemeriksaan terhadap material-material dilakukan untuk mengetahui kelayakan agregat yang akan digunakan untuk campuran aspal AC-WC harus memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, berikut penyajian sifat fisis berat jenis agregat kasar dan agregat halus seperti diperlihatkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat kasar

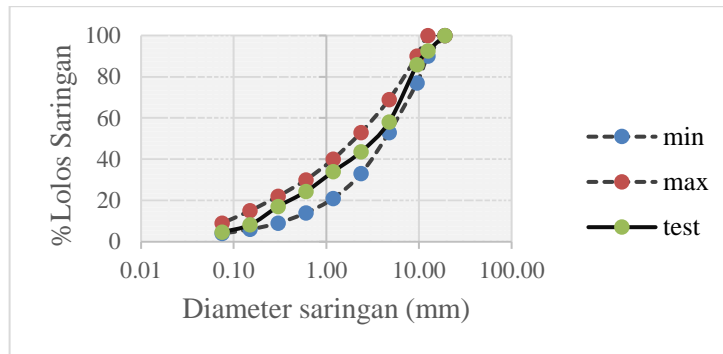
Jenis Pemeriksaan	Persyaratan		Hasil %
	Min (%)	Max (%)	
Berat jenis curah ( <i>bulk</i> )	2,5	-	2,583
Berat jenis kering permukaan jenuh ( <i>ssd</i> )	2,5	-	2,633
Berat jenis semu ( <i>apparent</i> )	2,5	-	2,718
Penyerapan air (absorpsi)	-	3	1,916

Pada pemeriksaan sifat fisis agregat kasar seperti diperlihatkan pada Tabel 2 bahwa untuk berat jenis curah (Bulk) syarat minimum adalah 2,5% sementara hasil pemeriksaan sebesar 2,583% yang bermakna bahwa berat jenis curah (Bulk) memenuhi syarat. Demikian juga dengan Berat jenis kering permukaan jenuh (*ssd*) disyaratkan minimum 2,5% dan hasil pemeriksaan 2,633% dan memenuhi syarat. Pada Berat jenis semu (*apparent*) disyaratkan minimum 2,5% sementara hasilnya 2,718% artinya memenuhi syarat dan Penyerapan air (absorpsi) disyaratkan maksimum 3%, hasil pemeriksaan 1,916% artinya memenuhi syarat.

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisis Agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Persyaratan		Hasil %
	Min (%)	Max (%)	
Berat jenis curah ( <i>bulk</i> )	2,5	-	2,618
Berat jenis kering permukaan jenuh ( <i>ssd</i> )	2,5	-	2,641
Berat jenis semu ( <i>apparent</i> )	2,5	-	2,679
Penyerapan air (absorpsi)	-	3	0,874

Pada pemeriksaan sifat fisis agregat halus seperti diperlihatkan pada Tabel 3 bahwa untuk berat jenis curah (Bulk) syarat minimum adalah 2,5% sementara hasil pemeriksaan sebesar 2,618% yang bermakna bahwa berat jenis curah (Bulk) memenuhi syarat. Demikian juga dengan Berat jenis kering permukaan jenuh (*ssd*) disyaratkan minimum 2,5% dan hasil pemeriksaan 2,641% dan memenuhi syarat. Pada Berat jenis semu (*apparent*) disyaratkan minimum 2,5% sementara hasilnya 2,679% artinya memenuhi syarat dan Penyerapan air (absorpsi) disyaratkan maksimum 3%, hasil pemeriksaan 0,874% artinya memenuhi syarat.



Gambar 1 Grafik gradasi campuran agregat

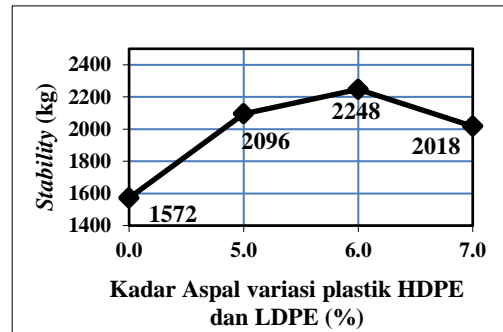
Setelah mendapatkan data-data dari pemeriksaan sifat fisis agregat dengan hasil pemeriksaan seluruh agregat telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, sehingga didapat gradasi agregat menerus sesuai dengan (Hermanus et al., 2015) dan gradasi menerus diperlihatkan pada Gambar 1.

Dalam perencanaan benda uji perlu dilakukannya penentuan kadar aspal tengah (Pb) dalam hal ini besarnya 4,84% dibulatkan menjadi 5%. Hasil perhitungan nilai parameter *marshall* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 yaitu pada kadar aspal 6% diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian parameter *marshall* KAO

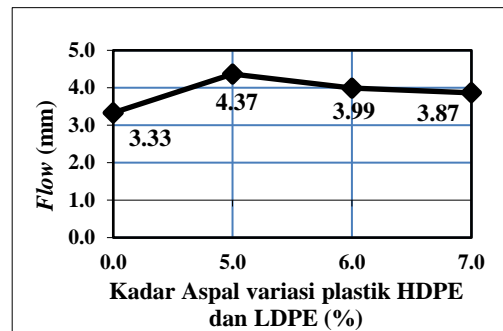
No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Aspal				
			4%	4,5%	5%	5,5%	6%
1	Density	-	—————				
2	Stability	Min 15	—————				
3	Flow	3,0 - 5,0			—————		—————
4	VMA	Min 65	—————				
5	VIM	Min 800				—————	—————
6	VFA	2,0 – 4,0				—————	—————
7	MQ	Min 250	—————				

Setelah didapatkan kadar aspal yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji variasi plastik HDPE dan LDPE maka didapatkan hasil dari pengujian parameter *marshall*. Hasil pengujian parameter *marshall* diperlihatkan pada Gambar 2 sampai Gambar 8.



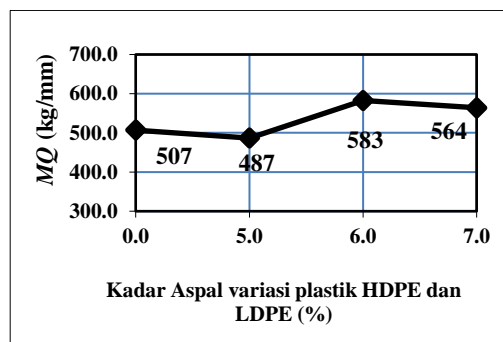
Gambar 2 Grafik *stability*

Dari gambar 2 didapatkan nilai *stability* memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan syarat minimal 1.000 kg adalah semua variasi kadar aspal, nilai *stability* pada penelitian ini semakin meningkat hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Fitri et al., 2018), (Yuniarti et al., 2020), (Hınısliođlu and Ađar, 2004), (Dubey, 2019), (Gusty et al., 2021), (Akinpelu et al., 2013) dan (Suprayitno and Mudjanarko, 2019).



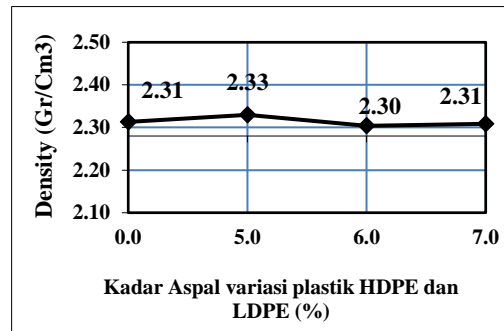
Gambar 3 Grafik *flow*

Dari gambar 3 didapatkan nilai *flow* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan syarat 2,0-4,0 mm adalah kadar aspal 6% dan 7%, nilai *flow* pada penelitian ini semakin menurun hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Yuniarti et al., 2020), (Prahara and Hangewa, 2020), (Al-Hadidy and Yi-qiu, 2009), (Fatmawati and Ariyanto, 2022) dan (Sutandar et al., n.d.).



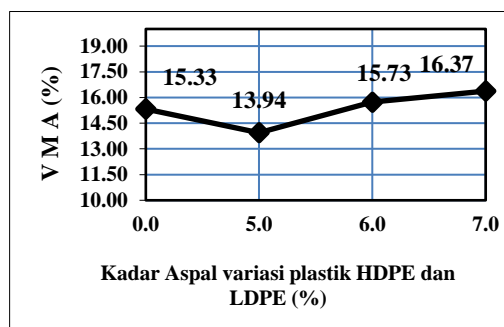
Gambar 4 Grafik MQ

Dari gambar 4 didapatkan nilai MQ yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan syarat minimal 250 Kg/mm adalah setiap variasi kadar aspal, nilai MQ pada penelitian ini semakin meningkat hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Wantoro et al., 2013), (Eriyono and Puspito, 2017), (Prahara et al., 2020), (Firdaus Mawardi et al., 2021) dan (Wiyogo et al., 2021).



Gambar 5 Grafik *density*

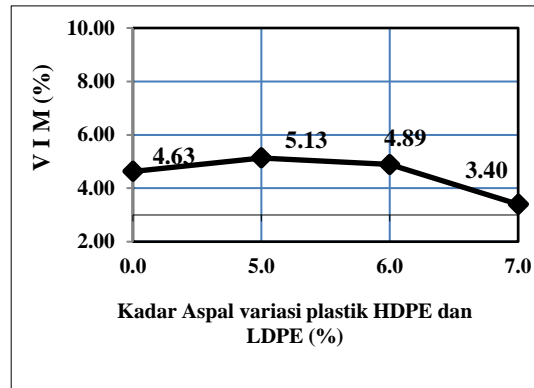
Dari gambar 5 didapatkan nilai *density* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 adalah setiap variasi aspal, nilai *density* pada penelitian ini semakin menurun hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Veranita et al., 2020), (Setyarini et al., 2018), dan (Fatmawati and Ariyanto, 2022).



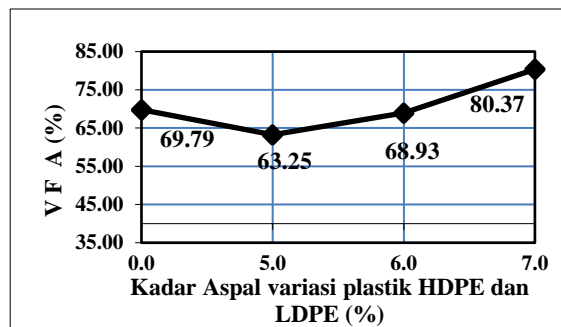
Gambar 6 Grafik VMA

Dari gambar 6 didapatkan nilai VMA yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan syarat minimal 15% adalah kadar aspal 6% dan 7%, nilai VMA pada penelitian ini semakin meningkat hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Wiyogo et al., 2021), (Prahara and Hangewa, 2020), (Ahmad, 2014) dan (Eriyono and Puspito, 2017).

Dari gambar 7 didapatkan nilai VIM yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan syarat 3-5% adalah kadar aspal 6% dan 7%, nilai VIM pada penelitian ini semakin menurun hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Erni et al., 2021), (Yuniarti et al., 2020), (Fatmawati and Ariyanto, 2022) dan (Syammaun et al., 2019).



Gambar 7 Grafik VIM



Gambar 8 Grafik VFA

Dari gambar 8 didapatkan nilai VFA yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 dengan syarat minimal 65% adalah kadar aspal 6% dan 7%, nilai VFA pada penelitian ini semakin meningkat hal itu disebabkan oleh plastik HDPE dan LDPE sesuai dengan penelitian (Razak and Erdiansa, 2016) (Yuniarti et al., 2020), (Suprayitno et al., 2019), (Heydari et al., 2021) dan (Rahmawati, 2017).

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Pada variasi 6% dan 7% semua syarat spesifikasi parameter *marshall* sudah terpenuhi sehingga dapat digunakan pada campuran perkerasan jalan dengan nilai *stability* pada variasi 6% sebesar 2.248 Kg dan variasi 7% sebesar 2.018 Kg telah melewati batas spesifikasi dengan syarat minimal 1.000 Kg. *Flow* pada variasi 6% sebesar 3,99 mm dan variasi 7% sebesar 3,87 mm telah sesuai spesifikasi dengan syarat 2,0-4,0 mm. *Marshall Quotient* (MQ) pada variasi 6% sebesar 583 Kg/mm dan variasi 7% sebesar 564 Kg/mm telah melewati batas spesifikasi dengan syarat minimal 250 Kg/mm. Pada variasi 5% tidak dapat digunakan dan jika tetap digunakan maka akan mengalami kerusakan jalan dikarenakan nilai *Void in Mineral Aggregate* (VMA) sebesar 13,9% tidak memenuhi spesifikasi minimal 15% maka aspal yang menyelimuti agregat lapisan kurang mengikat atau terbatas sehingga terjadi kerusakan seperti *raveling dan striping*, *Void In the Mix* (VIM) sebesar 5,1% yang telah melewati batas maksimum spesifikasi yaitu 3,0-5,0% maka rongga terlalu sedikit aspal menjadi rapuh dan mudah retak, *Void Filled by Asphalt* (VFA) 63,2% tidak memenuhi spesifikasi minimal 65% maka

rongga terlalu besar dan keawetannya menjadi berkurang dan *Flow* sebesar 4,36 mm yang telah melewati batas maksimum spesifikasi yaitu 2,0-4,0 mm aspal menjadi lebih fleksibel saat cuaca tinggi aspal akan mencair dan bergelombang.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diberikan saran berbentuk rekomendasi kepada perencana perkerasan jalan dapat menggunakan variasi 6% dan 7% pada perkerasan jalan. Jika menggunakan variasi 5% memungkinkan terjadinya kerusakan jalan seperti *raveling*, *striping*, deformasi dan lain sebagainya.

### Daftar Pustaka

- Ahmad, M.S., 2014. Low Density Polyethylene Modified Dense Graded Bituminous Macadam. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 16, 366–372.
- Akinpelu, M., Dahunsi, B.I., Olafusi, O., Awogboro, O., Quadri, A., 2013. Effect Of Polythene Modified Bitumen On Properties Of Hot Mix Asphalt. *Arpn J. Eng. Appl. Sci.* 8, 290–295.
- Al-Hadidy, A.I., Yi-Qiu, T., 2009. Effect Of Polyethylene On Life Of Flexible Pavements. *Constr. Build. Mater.* 23, 1456–1464.
- Awwad, M.T., Shbeeb, L., 2007. The Use Of Polyethylene In Hot Asphalt Mixtures. *Am. J. Appl. Sci.* 4, 390–396. <https://doi.org/10.3844/Ajassp.2007.390.396>
- Bina Marga, 2018. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Surat Edaran Dirjen Bina Marga N0.16.1/Se.Db/2020 September.
- Brown, E., 1990. Density Of Asphalt Concrete-How Much Is Needed? *Natl. Cent. Asphalt Technol.*
- Dalen, M., Mador, S., Oyewola, J., 2017. Utilization Of Plastic Wastes In Asphalt Design For Road Construction. *Br. J. Appl. Sci. Technol.* 19, 1–7. <https://doi.org/10.9734/Bjast/2017/31141>
- Dubey, P., 2019. Utilization Of Low Density Plastic Waste In Construction Of Flexible Pavement With A Partial Replacement Of Bitumen. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.* 7, 1989–1996. <https://doi.org/10.22214/Ijrasat.2019.4362>
- Eriyono, R.W., Puspito, I.H., 2017. Pengaruh Penambahan Plastik High Density Poly Ethylene Pada Lapisan Perkerasan Aspal Beton Ac-Bc. *J. Infrastruktur* 3, 115–126. <https://doi.org/10.35814/Infrastruktur.V3i2.712>
- Erni, D.S., Rifqi, M.G., Amin, M.S., 2021. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac-Wc. *J. Appl. Civ. Eng. Infrastruct. Technol.* 2, 7–13. <https://doi.org/10.52158/Jaceit.V2i2.67>
- Fatmawati, L., Ariyanto, A.S., 2022. The Effect Of Using Low Density Polyethylene (Ldpe) And High Density Polyethylene (Hdpe) Plastic Waste In The Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc) Comparison Of Marshall Characteristics 7, 12.

- Firdaus Mawardi, A., Machsus, M., Basuki, R., Khoiri, M., Muqoddam, A.F., 2021. The Utilization Of Polyethylene Terephthalate Plastic Bottle Waste For Asphalt Concrete Mix Modification, In: Icsdems 2019. Springer, Pp. 83–93.
- Fitri, S., Saleh, S.M., Isya, M., 2018. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc. *J. Tek. Sipil* 1, 737–748. <https://doi.org/10.24815/jts.v1i3.10034>
- Greenpeace, A., 2021. Bumi Tanpa Plastik 21.
- Gusty, S., Tumpu, M., Parung, H., Marzuki, I., 2021. Marshall Characteristics Of Porous Asphalt Containing Low Density Polyethylene (Ldpe) Plastic Waste, In: Iop Conference Series: Earth And Environmental Science. Iop Publishing, P. 012025.
- Hermanus, G., Kaseke, O.H., Jansen, F., 2015. Kajian Perbedaan Kinerja Campuran Beraspal Panas Antara Jenis Lapis Tipis Aspal Beton-Lapis Aus (Hrs-Wc) Bergradasi Senjang Dengan Yang Bergradasi Semi Senjang. *J. Sipil Statik* 3.
- Heydari, S., Hajimohammadi, A., Haji Seyed Javadi, N., Khalili, N., 2021. The Use Of Plastic Waste In Asphalt: A Critical Review On Asphalt Mix Design And Marshall Properties. *Constr. Build. Mater.* 309, 125185. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125185>
- Hınıslioğlu, S., Açar, E., 2004. Use Of Waste High Density Polyethylene As Bitumen Modifier In Asphalt Concrete Mix. *Mater. Lett.* 58, 267–271.
- Prahara, E., Aswita, F., Shinta, E.N.P., 2020. The Effect Of High-Density Polyethylene (Hdpe) And Low-Density Polyethylene (Ldpe) On Characteristics Of Asphalt Concrete With Dry And Wet Mixing Process, In: Iop Conference Series: Materials Science And Engineering. Iop Publishing, P. 012056.
- Prahara, E., Hangewa, C.C., 2020. Analyze Marshall Characteristic And Cantabro Abrasion Loss Of Laston-Wc With High-Density Polyethylene Variations. *Iop Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 426, 012037. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012037>
- Rahmawati, A., 2017. Perbandingan Penggunaan Polypropilene (Pp) Dan High Density Polyethylene (Hdpe) Pada Campuran Laston\_Wc. *J. Media Tek. Sipil* 15, 11. <https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4414>
- Razak, B.A., Erdiansa, A., 2016. Karakteristik Campuran Ac-Wc Dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (Ldpe). *Intek J. Penelit.* 3, 8–14.
- Setyarini, N.L.P.S.E., Kushartomo, W., Aulia, D., 2018. Characteristic Of Asphalt Concrete Mixture Using Low Density Polyethylene (Ldpe) Waste As Partial Substitution Of Fine Aggregate.
- Sipsn, 2021. Sipsn - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional [Www Document]. Url <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/> (Accessed 10.31.22).
- Situmorang, P., Yofianti, D., Safitri, R., 2019. Penggunaan Plastik Ldpe (Low Density Polyethilen) Sebagai Substitusi Aspal Pada Campuran Ac - Wc. *Proc. Natl. Colloq. Res. Community Serv.* 3, 27–30. <https://doi.org/10.33019/snppm.v3i0.1306>
- Sukirman, S., 2003. Beton Aspal Campuran Panas 177.

- Suprayitno, S., Mudjanarko, S.W., 2019. Studi Analisis Uji Marshall Pada Pembuatan Campuran Aspal Plastik Jenis Hdpe. E-J. Spirit Patria 5, 142–151. <https://doi.org/10.29138/Spirit>
- Suprayitno, S., Mudjanarko, S.W., Koespiadi, K., Limantara, A.D., 2019. Studi Penggunaan Variasi Campuran Meterial Plastik Jenis High Density Polyethylene (Hdpe) Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac-Wc (Asphalt Concrete Wearing Course). Paduraksa J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa 8, 222–233.
- Surono, U.B., 2013. Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. J. Tek. 3, 32–40.
- Suroso, T.W., 2008. Pengaruh Penambahan Plastik Ldpe (Low Density Poly Ethilen) Cara Basah Dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal. Media Komun. Tek. Sipil 16, 208–222.
- Susilowati, A., Wiyono, E., Pratikto, P., 2021. Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal Campuran Panas. Bangun Rekaprima Maj. Ilm. Pengemb. Rekayasa Sos. Dan Hum. 7, 15–23.
- Sutandar, E., Juniardy, F., Supriyadi, A., Setyabudi, G., N.D. Utilization Of Ldpe Plastic Waste For Mixed Ac-Wc Asphalt.
- Syammaun, T., Rachman, F., Hidayat, R., 2019. Characteristic Of Coconut-Shell Ash As Filler And Ldpe Plastic Waste As Substitution Materials Of Porous Asphalt Mixtures. Int. J. Recent Technol. Eng. Ijrte 8, 340–344.
- Veranita, V., Tripoli, B., Fitriani, S., 2020. Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Kresek. J. Tek. Sipil Dan Teknol. Konstr. 6, 30–40.
- Wantoro, W., Kusumaningrum, D., Setiadji, B.H., Kushardjoko, W., 2013. Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene (Ldpe) Terhadap Kinerja Campuran Beraspal. J. Karya Tek. Sipil 2, 366–381.
- Warlina, L., 2019. Pengelolaan Sampah Plastik Untuk Mitigasi Bencana Lingkungan. Peran Mat. Sains Teknol. Dalam Kebencanaan.
- Wiyogo, A., Syaiful Amal, A., Alamsyah, A.A., 2021. Pengaruh Pemakaian Plastik Ldpe Sebagai Substitusi Aspal Terhadap Karakteristik Marshall Hrs-Wc. J. Gradasi Tek. Sipil 5, 45–52. <https://doi.org/10.31961/Gradasi.V5i1.1052>
- Yuniarti, S., Rachman, R., Alpius, 2020. Studi Karakteristik Campuran Ac-Bc Berdasarkan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah. Paulus Civ. Eng. J. 2, 70–76. <https://doi.org/10.52722/Pcej.V2i2.135>