

# SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK JENIS *LOW DENSITY POLYETHYLENE* (LDPE) PADA CAMPURAN ASPAL BETON JENIS AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Aff Zuhri Antoni<sup>1</sup>, Eva Rita<sup>2</sup>,

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Bung Hatta Padang

Email: [1afifzuhriantoni@gmail.com](mailto:1afifzuhriantoni@gmail.com) [2evarita@bunghatta.ac.id](mailto:2evarita@bunghatta.ac.id)

## ABSTRAK

Indonesia termasuk negara yang banyak menggunakan plastik seperti kantong belanja, kemasan mineral dan plastik jenis lainnya sehingga mengakibatkan banyaknya tumpukan limbah plastik. Limbah plastik merupakan salah satu permasalahan utama yang masih belum ditemukan solusi terbaiknya sampai saat ini. Sebagai upaya dalam mengatasi sampah plastik yang belum terkelola dengan baik khususnya limbah plastik kantong belanja yang merupakan salah satu jenis plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE), dilakukan penelitian dengan pengolahan limbah plastik sebagai bahan tambah campuran beraspal panas yang di sebut modifikasi. Metode penelitian adalah metode *eksperimen* dengan melakukan pengolahan data. Pengujian material dilakukan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil pengujian KAO 6%, campuran agregat split 1-2 (19,1mm) 8%, agregat medium (12,5mm) 45%, abu batu 45%, *filler* 2%. Kesimpulan penelitian adalah kadar limbah plastik *low density polyethylene* (LDPE) yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 dan yang paling optimal digunakan yaitu sebesar 4% dengan nilai *density* 2,334 gr/cm<sup>3</sup>, VMA 15,35%, VFA 76,10%, VIM 3,67 %, *stability* 1684,6kg, *flow* 3,82 mm dan MQ 441,2 kg/mm.

**Kata kunci : Lapisan AC-WC, LDPE, Marshall Test**

## PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara yang banyak menggunakan plastik seperti kantong belanja, kemasan mineral dan plastik jenis lainnya sehingga mengakibatkan banyaknya tumpukan limbah plastik. Limbah plastik merupakan salah satu permasalahan utama yang masih belum ditemukan solusi terbaiknya sampai saat ini. Komposisi sampah plastik di Indonesia sebesar 65 juta ton yang diproduksi setiap hari, 15 juta ton mengotori ekosistem, 7% sampah didaur ulang dan 69% sampah berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Sedangkan sampah plastik terdapat 14% yang artinya ada 1,3 juta sampah plastik per tahun yang tidak dikelola. [9]

Sebagai upaya dalam mengatasi sampah plastik yang belum terkelola dengan baik khususnya limbah plastik kantong belanja yang merupakan salah satu jenis plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE), dilakukan pengolahan limbah plastik sebagai bahan tambah campuran beraspal panas yang di sebut modifikasi. Plastik sendiri memiliki proses terurai yang sangat lama, maka dari itu diperlukannya pemanfaatan limbah plastik seperti salah satunya dengan melakukan penelitian ini, dan plastik juga memiliki sifat polimer (pengikat), dengan ini diharapkan nantinya dapat menghasilkan campuran aspal yang baik. Plastik LDPE memiliki titik leleh sebesar (105– 115)°C dan tidak mudah bereaksi dengan bahan kimia lain. [3] Plastik merupakan

material yang kedap air, sehingga dapat meningkatkan ketahanan campuran dari pengaruh air dan cuaca. Hal ini akan meningkatkan keawetan (*durability*) campuran beraspal khususnya lapisan AC-WC.

Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah jenis plastik termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Plastik LDPE ini memiliki densitas rendah, yaitu antara (0,910–0,940) gr/cm<sup>3</sup>, tidak reaktif pada temperatur kamar, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut yang dapat menyebabkan kerusakan (Wantoro et al., 2013). [10] Beban lalu lintas yang berat merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan jalan. Salah satu cara mengurangi kerusakan jalan adalah dengan meningkatkan mutu aspal. Peningkatan mutu aspal ini dapat dilakukan dengan menambah bahan aditif, seperti polimer, plastik, arang, atau aspal modifikasi (Rahmawati, 2015). [7] Sehingga dengan pemanfaatan limbah plastik LDPE dapat meningkatkan kualitas campuran aspal dan menutupi kelemahan dari campuran aspal.

Penelitian tentang campuran aspal sudah banyak dilakukan, penelitian tersebut menggunakan variasi persentase plastik ataupun jenis plastik yang berbeda. Penelitian yang dilakukan (Dwi Kartika Sari dan Samsul Arif 2018) [5] mengenai pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran laston (AC-WC) terhadap karakteristik marshall, dimana

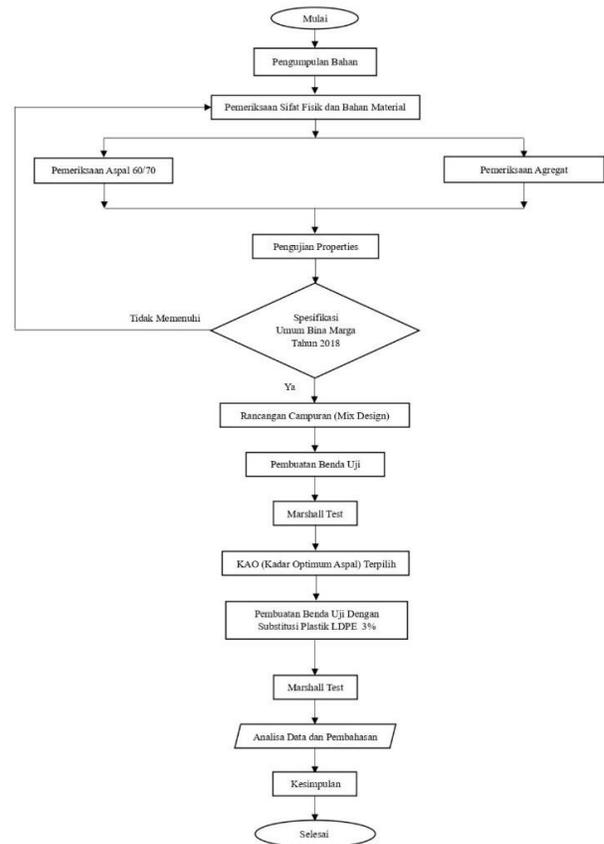
penelitian ini menyimpulkan bahwa penambahan limbah plastik LDPE dalam kadar plastik 2% dan 4% pada campuran laston menunjukkan nilai VIM, VMA dan VFA memenuhi ketentuan Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6. Marshall test dengan campuran aspal plastik digunakan untuk melihat apakah pengaruh dari penambahan limbah plastik jenis LDPE ini terhadap karakteristik marshall yaitu nilai Stabilitas, VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan MQ apakah dengan penambahan kadar limbah plastik ini mempengaruhi nilai nilai tersebut dan apakah dengan penambahan kadar limbah plastik ini bisa digunakan untuk campuran beraspal atau tidak. Maka dari itu penulis gunakan penambahan limbah plastik jenis *low density polyethylene* (LDPE) dengan kadar 3%.

## METODE

Penelitian ini dilakukan laboratorium dengan metode pengujian material dan rancangan aspal hotmix dijelaskan sebagai berikut:

- Pengujian kualitas aspal dan agregat mengikuti Standar Nasional Indonesia untuk bahan konstruksi yang meliputi : Berat Jenis Aspal (SNI 2441-2011), Titik Lembek ( SNI 2434-2011), Titik Nyala (SNI 2433-2011), Penetrasi (SNI 2456-2011), Daktilitas (SNI 2432-2011). Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969-2016), Keausan Agregat (SNI 2427-2008), Kelekatan Agregat (SNI 06-2439-2011), Butir Pipih Lonjong (SNI 1969-2016) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970-2016), dan Pemeriksaan Agregat Lolos Saringan No.200 (SNI ASTM C117-2012).
- Selanjutnya membuat rancangan campuran aspal dengan menggunakan metode Marshall. Merancang proporsi agregat, proporsi ini ditentukan secara analitis dimana proporsi agregat tersebut dipilih dari gradasi yang sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6. Prinsip kerja metode analitis ini adalah tentukan gradasi agregat yang dipilih kemudian menghitung jumlah butiran yang tertahan No 8 ; lolos No 8 dan lolos No 200, sehingga didapat komposisi agregat kasar, agregat halus dan filler.
- Untuk mendapatkan kadar aspal total dalam campuran menggunakan rumus  $P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (FF) + 1$ .

Adapun tahapan – tahapan kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bagan alir berikut ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan yang di dapatkan dari pengujian-pengujian yang di lakukan di laboratorium sebagai berikut:

- Agregat (kasar dan halus). Berdasarkan hasil dari pengujian agregat, agregat yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6. Pada pengujian Berat Jenis agregat kasar di dapatkan nilai berat Jenis Semu sebesar 2,67 gr/cc, Berat Jenis Bulk sebesar 2,50 gr/cc, Berat Jenis SSD 2,56 gr/cc, Penyerapan Agregat dapatkan nilai 2,59%, pengujian Keausan Agregat dapatkan nilai 25,03%, Pengujian Kelekatan Agregat di dapatkan nilai 100%, Pengujian Butir Pipih Lonjong di dapatkan nilai 1,03%. Pada pengujian Berat Jenis agregat halus di dapatkan nilai berat Jenis Semu sebesar 2,71 gr/cc, Berat Jenis Bulk sebesar 2,52 gr/cc, Berat Jenis SSD 2,59 gr/cc, pada Pemeriksaan Agregat Lolos Saringan No.200 di dapatkan nilai 6,09%.
- Aspal Penetrasi 60/70. Berdasarkan hasil pengujian aspal, aspal yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6. Pada pengujian Berat Jenis Aspal di dapatkan nilai 1,03 gr/cm<sup>3</sup>, pengujian Titik Lembek dapatkan nilai 58°C, pengujian Titik Nyala dapatkan nilai 315°C.

pengujian Penetrasi di dapatkan nilai 64,7 mm, pengujian Daktilitas dapatkan nilai 150 cm.

Hasil dari pengujian KAO didapat 6%, dengan melakukan pembuatan benda uji dengan campuran yaitu Split 1-2 (19,1 mm) 8%, Medium (12,5 mm) 45%, Abu batu 45% dan Filler 2%.

#### Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

1. Hasil pengujian *Marshall* untuk campuran aspal rencana sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Marshall*

No	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil Pengujian <i>Marshall</i>				
			Variasi Kadar Aspal				
			5 %	5,5%	6 %	6,5 %	7 %
1.	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	-	2.313	2.323	2.325	2.322	2.308
2.	VMA (%)	Min 15	15.2	15,3	15.7	16.2	17.2
3.	VIM (%)	3-5	4.90	4.80	4.01	3.46	3.36
4.	VFA (%)	Min 65 %	61.2	68.6	74.4	78.7	80.4
5.	Stability	Min 800	988	1059	1088	1053	997
6.	Flow (mm)	2-4	3.05	3.22	3.30	3.47	4.04
7.	MQ (kg/mm)	Min 250	324	329	330	303	247

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Untuk Mencari KAO, 2024)

2. Hasil Pengujian *Marshall* dengan Substitusi Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) Hasil pengujian *marshall* dengan substitusi limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada aspal lapisan aus (AC-WC) sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Marshall*

No	Karakteristik	Spesifikasi Bina Marga 2018	Hasil Pengujian Aspal				
			Variasi Kadar Limbah Plastik LDPE				
			1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
1.	Density (kg/cm <sup>3</sup> )	-	2.319	2.326	2.327	2.334	2.341
2.	VMA (%)	Min 15	15.88	15.63	15.60	15.35	15.06
3.	VIM (%)	3 – 5	4.27	3.99	3.95	3.67	3.34
4.	VFA (%)	Min 65	73.09	74.46	74.67	76.10	77.82
5.	Stability (kg)	Min 1000	1396.5	1529.4	1618.1	1684.6	1845.2
6.	Flow (mm)	2 – 4	3.40	3.56	3.73	3.82	4.06
7.	MQ (kg/mm)	Min 250	410.3	429.1	433.4	441.2	454.0

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium, 2024)

Dari hasil pengujian dengan substitusi limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada penelitian campuran perkerasan beraspal *AC-WC* (*Asphalt Concrete - Wearing Course*) dengan pengujian *Marshall Test*. Terdapat beberapa nilai parameter *marshall* yang tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yaitu pada kadar limbah plastik LDPE 5%. Pada kadar limbah LDPE 5% terdapat nilai parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai *Flow* 4,05 mm dengan spesifikasi 2 – 4 mm. Adanya nilai parameter *marshall* yang tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dari kadar limbah plastik LDPE 4% mengartikan bahwasanya campuran beraspal yang disubstitusi dengan kadar limbah plastik tersebut kurang efisien digunakan untuk campuran beraspal *AC-WC*. Maka, campuran

yang dapat dan efisien digunakan untuk perkerasan beraspal *AC-WC* yaitu substitusi kadar limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) 1 - 4%, karena hasil pengujian *marshall* menunjukkan seluruh nilai parameter *marshall* memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan dari campuran aspal lapisan AC – WC yaitu 6%. Kadar Aspal Optimum (KAO) ini didapatkan dari hasil pengujian *marshall* berupa density, VMA, VIM, VFA, stabilitas, flow dan *marshall quotient* (MQ) yang telah memenuhi syarat untuk lapisan aspal jenis AC – WC.
2. Pada penelitian ini kadar limbah plastik LDPE yang digunakan adalah variasi 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, dimana variasi kadar ini memberi pengaruh terhadap karakteristik *marshall* sebagai berikut :
  - a). Nilai *density* pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% mengalami kenaikan setiap bertambahnya variasi kadar limbah plastik LDPE sehingga menunjukkan semakin tinggi nilai kepadatan campuran aspal. Semakin tinggi nilai kepadatan suatu campuran maka semakin dapat menahan beban yang lebih berat.
  - b). Nilai VMA pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% mengalami penurunan disebabkan bertambahnya total perekat dalam campuran AC-WC menyebabkan rongga antar agregat dalam campuran semakin mengecil sehingga campuran semakin rapat, penurunan pada kadar 1%, 2%, 3% 4% dan 5% masih masuk karena syarat dari spesifikasi minimum 15%. Semakin kecil nilai VMA dapat mengakibatkan masalah terhadap durabilitas dan tidak ekonomis untuk produksi.
  - c). Nilai VIM pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% mengalami penurunan tetapi masih memenuhi syarat dari spesifikasi 3% - 5%. Penurunan nilai VIM ini disebabkan bertambahnya total perekat ke dalam campuran AC-WC menyebabkan rongga udara dalam campuran semakin kecil. Semakin kecil nilai VIM dapat mengakibatkan *bleeding* (kegemukan aspal) dikarenakan suhu yang terlalu tinggi sehingga viskositas aspal menurun karena sifatnya yang *termoplastis*.
  - d). Nilai VFA pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4%, 5% mengalami peningkatan dan sudah memenuhi syarat dari spesifikasi minimum 65%. Meningkatnya nilai VFA mengindikasikan semakin banyak rongga terisi perekat aspal dan plastik. Semakin tinggi nilai VFA maka akan menyebabkan *bleeding*.

- e). Nilai Stabilitas (*Stability*) pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% mengalami peningkatan dan nilai stabilitasnya sudah memenuhi syarat dari spesifikasi minimum 800 kg. Peningkatan stabilitas ini dapat terjadi diakibatkan viskositas lebih tinggi karena limbah plastik LDPE mudah bercampur dengan aspal sehingga tidak hanya mengisi rongga pada agregat saja tetapi juga menambah ruang berisi ikatan aspal sehingga membuat aspal menjadi lebih keras. Semakin tinggi nilai stabilitas akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga keawetannya berkurang.
- f). Nilai *Flow* pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4% mengalami peningkatan dan nilai *flow* nya sudah memenuhi syarat dari spesifikasi 2 mm – 4 mm tetapi pada kadar 5% nilai *flow* melewati batas maximum dengan nilai 4.06 mm sehingga membuat campuran sangat *plastis* sehingga mudah terjadi *deformasi*.
- g). Nilai MQ pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, 4%, 5% mengalami peningkatan. Semakin tinggi nilai MQ maka kemungkinan akan semakin tinggi kekuatan suatu campuran dan semakin rentan campurannya terhadap keretakan.
- h). Dari variasi kadar limbah plastik LDPE diatas dapat disimpulkan bahwa variasi kadar limbah plastik LDPE yang memenuhi nilai-nilai karakteristik *marshall* berdasarkan dari spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2 adalah pada variasi kadar limbah plastik LDPE 1%, 2%, 3%, dan 4%. Secara keseluruhan limbah plastik *low density polyethylene* (LDPE) layakdigunakan dalam perkerasan lentur dan kadar limbah plastik *low density polyethylene* (LDPE) yang paling optimal digunakan sebagai substitusi aspal pada campuran aspal AC – WC adalah pada kadar 4%. Pada kadar 5% tidak layak digunakan karena pada kadar tersebut tidak semua parameter dari karakteristik *marshall* memenuhi yaitu di nilai *flow*, sehingga untuk kadar 5% ini tidak layak untuk digunakan.
3. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengembangkan penelitian dengan lapisan lainnya seperti AC-BC dan lapisan AC-Base.
  4. Diharapkan pada peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian mengenai limbahplastik LDPE terhadap variasi lamanya perendaman, banyaknya tumbukan dan suhu pencampuran.
  5. Berdasarkan penelitian campuran aspal dengan substitusi limbah plastik LDPE ini didapatkan hasil efektif kadar limbah plastik LDPE yaitu sebesar 4 %. Peneliti menyarankan untuk dapat diterapkan langsung oleh pemerintah sehingga lapisan menjadi tahan lama dan menciptakan lingkungan menjadi bersih karena pemanfaatan limbah plastik LDPE.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi Erdiansa, John Asik, Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2020. Studi Nilai Karakteristik Campuran Aspal Baton Menggunakan Aspal (LGA+Pen. 60/70) Dengan Penambahan Plastik Low Density Polyethylene (LDPE).
- [2] Bina Marga. "Spesifikasi umum 2018." *Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum*.
- [3] Birahmatika Afriyanto, Eva Wahyu Indriyati, Probo Hardini. 2019. PENGARUH LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DASAR ASPAL. Skripsi tidak diterbitkan. Purwokerto : Universitas Jenderal Soedirman.
- [4] Diky Wahyudi, Universitas Bung Hatta, 2021, Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) Sebagai Substitusi Aspal Pada Campuran Aspal Beton Jenis AC-WC.
- [5] Kartikasari, Dwi., Arif, Samsul., (2018). Penambahan Limbah Plastik Pada Campuran Laston (AC-WC) terhadap Karakteristik Marshall. ISSN 2085- 4218. Halaman 334-338: ITN Malang.
- [6] Lulu'ah, Irwansyah, Muhammad Zacky Ardhyana, Universitas Samudra, 2023, Pengaruh Penambahan Limbah Plastik LDPE Pada Lapisan Perkerasan Aspal AC-WC.
- [7] Rahmawati, A. 2015. Pengaruh Penggunaan Plastik Polyethylene (PE) dan High Density Polyethylene (HDPE) pada Campuran Laston- WC terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 18 (2): 147–159.
- [8] Sukirman, Silvia, 2016. "Beton Aspal Campuran Panas". Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- [9] Sustainable Waste Indonesia. (2019, Desember10). Menuju Indonesia Peduli Sampah. Retrieved from [katadata.co.id:https://www.google.com/amp/s/katadata.co.id/amp/infografik/2019/12/10/menuju-indonesia-peduli-sampah](https://www.google.com/amp/s/katadata.co.id/https://www.google.com/amp/s/katadata.co.id/amp/infografik/2019/12/10/menuju-indonesia-peduli-sampah).
- [10] Wantoro, W., Kusumaningrum, D., Setiadji, B.H., dan Kushardjoko, W. 2013. Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene (LDPE) terhadap Kinerja Campuran Beraspal. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(4): 366–381.
- [11] Willy Triantoni, Universitas Bung Hatta, 2020, Pengaruh Substitusi Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) Pada Campuran Aspal HRS-WC Terhadap Karakteristik Marshall.