

## **PENGUJIAN MARSHALL PADA MATERIAL PENYUSUN AC-WC DENGAN TAMBAHAN LDPE DAN SERAT BAJA DRAMIX**

**<sup>1</sup>Andriyan Rahmat Aji Nugroho, <sup>1\*</sup>Ari Fitriansyah, <sup>2</sup>Muhamad Rusli  
Ahyar, dan <sup>2</sup>Juny Andry Sulisty**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung <sup>2</sup>  
Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

\*Corresponding Author:  
[arifitriansyah27@gmail.com](mailto:arifitriansyah27@gmail.com)

### **Abstrak**

*Sampah plastik adalah limbah yang berbahaya bagi pencemaran lingkungan entah didaratan ataupun dilautan, terutama dinegara indonesia ini sendiri yang sekarang menempati peringkat kedua lautan terkotor didunia setelah china. Dengan adanya permasalahan demikian tujuan dari penelitian ini adalah bagaimana cara mengurangi limbah sampah plastik yang berbahaya bagi lingkungan. Salah satu upaya untuk mengurangi limbah plastik tersebut adalah dengan menggunakannya sebagai modifier atau bahan campuran yang ditujukan untuk perkerasan jalan sebagai upaya meningkatkan kualitas aspal dengan bahan tambahan (fixing). Oleh karena itu peneliti mencari tahu bagaimana cara kerjanya dengan menambahkan limbah LDPE (low density polyethylene) dan serat baja dramix sebagai bahan campuran aspal.*

*Pada eksperimen yang dilaksanakan dilaboratorium menggunakan bahan campuran LDPE (low density polyethylene) dengan komposisi 2%, 4%, dan 6% serta Serat Baja Dramix dengan komposisi 1%, 2%, dan 3% untuk setiap pembuatan benda uji. Ada beberapa pengujian bahan yang akan dilakukan seperti pengujian analisa saringan, kadar air, berat jenis, kadar lumpur, dan pengujian marshall.*

*Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, komposisi terbaik pada Asphalt Concrete Wearing Course Modifikasi dengan kombinasi campuran LDPE (low density polyethylene) 2% dan Serat Baja Dramix 1%, pengaruh kekuatan untuk Asphalt Concrete Wearing Course Modifikasi dengan nilai VIM = 4,36, VMA = 3,98, VFB = 87,53, Stabilitas = 1.112,59, Flow = 3,20 dan MQ = 397,35.*

**Kata Kunci:** Limbah Plastik; LDPE; Dramix; Marshall; Flow

**Abstract**

*Plastic waste is waste that is very dangerous for environmental pollution, whether on land or at sea, especially in Indonesia itself, which is now ranked as the second dirtiest ocean in the world after China. Given these problems, the aim of this research is how to reduce plastic waste which is dangerous for the environment. One effort to reduce plastic waste is to use it as a modifier or mixed material intended for road pavement as an effort to improve the quality of asphalt with additional materials (fixing). Therefore, researchers are looking to find out how it works by adding LDPE (low density polyethylene) waste and dramix steel fiber as asphalt mixture ingredients.*

*In experiments carried out in the laboratory, a mixture of LDPE (low density polyethylene) with a composition of 2%, 4% and 6% and Dramix Steel Fiber with a composition of 1%, 2% and 3% was used for each test object. There are several material tests that will be carried out such as sieve analysis testing, water content, specific gravity, mud content, and Marshall testing.*

*Based on the results obtained from this research, the best composition for Modified Asphalt Concrete Wearing Course is a mixture of 2% LDPE (low density polyethylene) and 1% Dramix Steel Fiber, and the strength effect for Modified Asphalt Concrete Wearing Course with a VIM value = 4.36, VMA= 3.98, VFB= 87.53, Stability= 1,112.59, Flow= 3.20 and MQ= 397.35.*

**Keywords:** Plastic Waste; LDPE; Dramix; Marshall; Flow

## 1. LATAR BELAKANG

Seperti yang dipahami bersama, isu lingkungan saat ini banyak mendapat perhatian baik secara nasional maupun global, lingkungan hidup terancam oleh berbagai dampak ulah manusia setiap tahunnya. Salah satu masalah lingkungan yang paling nyata saat ini adalah masalah sampah plastik, produknya ringan, fleksibel dan relatif murah. Berkat berbagai kelebihan dan kemudahan tersebut, penggunaan plastik ini menjadi sangat global dan dampak negatifnya sering kali diabaikan. Selain mencemari lingkungan bumi, beberapa plastik akhirnya mencemari lautan sebagai marine debris (sampah dunia). Jumlah sampah plastik di lautan sangat besar, Indonesia sendiri menempati urutan kedua

setelah China yang diperkirakan menyumbang sekitar 10% dari seluruh sampah plastik di dunia. (Prof. Jenna Jambeck, 2015).

Menurut Gerakan Indonesia Diet Kantong Plastik, pada tahun 2016 ditemukan bahwa kantong plastik mendominasi sampah yang berasal dari Indonesia atau sampah laut itu sendiri. Penggunaan bahan plastik ini tidak dapat dikurangi bahkan dihilangkan di negara ini bahkan di dunia, sehingga kita harus mencari segala cara agar setiap orang tidak dirugikan oleh semua pihak, termasuk penggunaan sampah plastik untuk golongan tertentu. Kebutuhan yang diperlukan dapat diperoleh dari limbah plastik.

Plastik merupakan bahan yang tahan lama bila digunakan sebagai limbah. Supaya plastik bisa menjadi bahan yang aman dan terurai membutuhkan waktu sampai ratusan bahkan ribuan tahun. Itu sebabnya kami sekarang berusaha mengurangi jumlah sampah plastik, penduduk dunia mengkonsumsi sekitar satu juta sampah plastik setiap tahunnya, sampah plastik merupakan masalah utama, jika masuk ke lingkungan, maka harus ditutupi. Untuk penggunaannya, baik didaur ulang atau lainnya dengan indikasi untuk tujuan yang lebih bermanfaat. Modifier yang umum dipakai dalam memberikan peningkatan pada kualitas campuran aspal yaitu polimer. Polimer ini juga terdapat dalam bahan plastik, jadi plastik bisa dimanfaatkan menjadi bahan tambahan campuran aspal. Pada tahun 2017,

PUSJATAN atau “Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan” meneliti yang berfokus pada pemanfaatan kantong plastik. Berlandaskan penelitian yang dilakukan, pemanfaatan limbah plastik pada campuran beraspal memunculkan campuran yang lebih tahan terhadap kelelahan dan deformasi. Teknologi yang dijalankan menjadi bagian dari reduksi sampah plastik yang berbahaya baik bagi manusia dan lingkungannya.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Pendahuluan**

Perkerasan jalan bebas hambatan merupakan bagian dari jalan bebas hambatan yang diaspal berlapis-lapis dengan struktur unik yang juga memiliki stabilitas, kekuatan dan

ketebalan tertentu untuk mendistribusikan beban lalu lintas dan menyalurkannya dengan aman ke tanah dasar. Lapisan aspal letaknya diantara roda kendaraan dan lapisan tanah dasar yang mampu memberikan jenis bantuan ke sarana transportasi dan ketika bantuan diberikan lapisan aspal tidak mengalami kerusakan serius. Agar aspal jalan sesuai dengan kualitas normalnya, informasi tentang ide perolehan dan penanganan bahan penyusun aspal jalan sangatlah mendasar. (Serli Carlina, 2013).

LDPE juga menjadi termoplastik yakni jenis plastik yang dapat diproses dengan pendinginan dan pemanasan, dimana bahan dasarnya yaitu minyak bumi yang sudah ditambang semenjak tahun 1933. Cirikhasnya bening dan ringan, lentur dan relatif tipis yang menjadikannya mudah dibuat untuk berbagai bahan atau produk. LDPE merupakan salah satu jenis polimer yang pertama kali diperkenalkan ke dunia industri. Saat ini, plastik

LDPE bersaing dengan polimer yang lebih baru dan lebih keras seperti HDPE, tetapi keunggulan LDPE membuatnya populer di kalangan bisnis industri, dan rumah.

Saat ini banyak yang mencoba mencari solusi dari permasalahan tersebut, mencari bahan pengikat dan sifat-sifat seperti filler atau additive demi memberikan peningkatan kualitas campuran beton aspal supaya tahan terhadap air. Demi mendapatkan zat yang memiliki kecocokan, harus diuji dengan mencampur beton aspal dengan LDPE dan diuji dengan Marshall, kemudian efek penambahan bahan tersebut harus dianalisis. Sesuatu yang pantas untuk dicoba sangat menarik. (Kartolo et al., 2016).

## **2.2. LDPE (*Low Density Polyethylene*)**

Aspal berkualitas tinggi dapat ditingkatkan dengan menambahkan aditif seperti polietilen (LDPE, HDPE, PET, dll.), Yang diperlukan untuk permukaan berkualitas tinggi. Rubber atau EVA, yang dibuktikan dengan naiknya nilai stabilitas Marshall. Dinas PUPR atau “Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat” mendorong inovasi pencampuran plastik atau karet penutup hitam untuk dilibatkan di beberapa ruas jalan di Indonesia guna mendaur ulang sampah plastik. Inovasi blending plastic-black-top memanfaatkan bahan tambah limbah plastik LDPE, yang dicampur dengan kombinasi black-top AC WC. Teknologi pencampuran plastik bituminous memiliki keunggulan

tidak mudah kusut saat berkendara di aspal basah, sehingga meningkatkan ketahanan kompon terhadap deformasi atau rutting dan retak. (Kementerian PUPR, 2017).

### 2.3. Serat Baja Dramix

Serat baja dramix merupakan konsep serat baja inovatif dari pakar industri. Dramix digunakan di hampir seluruh konstruksi yang dilakukan di dunia, dimana dramix dipakai dalam pembuatan tempat parkir bawah tanah, permukaan jalan, lantai gedung, lantai industri dan lainnya.

### 2.4. MQ (*Marshall Qouintient*)

Nilai MQ menunjukkan properti soliditas komposit lebih cenderung mudah pecah jika nilai MQ terlalu tinggi. Sebaliknya, nilai MQ yang terlalu rendah menyebabkan karet menjadi kurang stabil dan terlalu lentur. Menurut standar jalan, kadar aspal yang optimal dalam hal miscibility dapat ditentukan dari hasil yang diperoleh. Dalam merencanakan kombinasi black-top yang ideal, ia harus memenuhi prasyarat kemantapan tinggi, kemampuan beradaptasi rendah, rongga kecil, dan rongga kecil dalam campuran. Koefisien Marshall adalah hubungan antara kemantapan dan aliran. Menurut persyaratan jalan dari tahun 2010, faktor *Marshall* yang harus digunakan lebih besar dari 250 kg/mm.

(Banurea, 2020).

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Metode Pendekatan

Sistem yang digunakan dalam pencampuran aspal panas Ac-Wc mengindikasikan pelaksanaan penelitian ini di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Agregat (pengisi, halus dan kasar), aspal, dan campuran (uji *Marshall*) semuanya menjalani berbagai pengujian dalam penelitian ini. Metode *Marshall* digunakan sebagai tester campuran. Hasil pengujian *Marshall* didapatkan berupa komponen-komponen *Marshall* yaitu berat volume benda uji, nilai kestabilan, flow, VIM, VMA, VFB dan nilai ketebalan selimut atau film aspal. Hasil

bagi Marshall kemudian dapat dihitung. Penyerapan air dan berat jenis adalah dua aspek pengujian agregat.

### 3.2. Alat dan Bahan

**Pengujian** Berbagai bahan dan alat yang di perlukan yaitu:

1) Bahan material:

- Agregat kasar
- Agregat halus berupa pasir dan abu batu
- Aspal menggunakan aspal PEN 60/70
- *Filler*
- LDPE dan Serat Baja Dramix

2) Peralatan:

a. Alat uji pemeriksaan aspal.

Instrumen yang digunakan untuk menguji aspal meliputi perangkat pengukur berat jenis (timbangan dan piknometer), perangkat pengukur penetrasi, perangkat pengukur titik lembek, perangkat pengukur titik nyala, perangkat pengukur daktilitas, dan perangkat pengukur kelarutan.

b. Alat uji pemeriksaan agregat

Berbagai perangkat uji yang digunakan untuk menguji agregat meliputi mesin uji keausan, saringan baku, perangkat uji gradasi, perangkat pengering (oven), timbangan massa, dan alat uji densitas (pemanas, timbangan, piknometer).

c. Alat uji karakteristik campuran agregat aspal

Peralatan yang digunakan dalam langkah ini yaitu alat untuk metode

### *Marshall* 3.3 Metode Pengolahan Data

Analisa data dijalankan sesudah penyelesaian seluruh tahap, termasuk uji karakteristik marshall campuran dan sifat bahan.

**Keperluan Data**

Kebutuhan data mencakup sajian informasi mengenai cirr khas campuran dan sifat bahan marshall hasil pengujian yang sudah dijalankan. Proses uji ini bertujuan sebagai dasar untuk menganalisa data yang dihasilkan dari uji tersebut, khususnya dalam menentukan cirrikhas marshall pada campuran beton aspal.

**Analisis Data**

Seluruh data pengujian dianalisa demi mengevaluasi dampak pengujian, termasuk dengan menentukan cirrikhas Marshall, pada jenis campuran aspal beton.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Sifat - Sifat Campuran Aspal Panas dengan Metode Marshall** Hasil pengujian campuran aspal panas menggunakan metode Marshall menunjukkan bahwa kadar aspal yang paling baik adalah 5,8%. Stabilitas campuran setelah dicelupkan dalam air panas selama 24 jam pada suhu 60° C dihitung dengan rasio 1001:1078 dan diperoleh persentase stabilitas 92,05%. Dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1** (SNI.06-2489-1991 / AASHTO T.245-90)

BJ Aspal : 1,034		Gse : 2,665		Gsb : 2,656		Penyerapan (Abs) : 0,136						
No	Kadar Aspal	Berat diudara	Berat dlm air	Berat sad	Volume	Bj. Bulk	VMA	VIM	VFB	Stabilitas	Flow	MQ
1		1180,2	679,7	1184,9	505,2	2,336				1096	3,20	
2		1181,3	679,7	1185,1	505,4	2,337				1074	3,50	
3		1181,0	680,2	1186,0	505,8	2,335				1140	3,30	
ratarata: 5,82						2,336	17,16	4,71	72,55	1103	3,33	331,0
1		1182,3	680,6	1186,7	506,1	2,336				1008	3,30	
2		1181,2	680,3	1186,2	505,9	2,335				1030	3,20	
3		1180,0	679,0	1186,0	505,6	2,334				1008	3,20	
rata-rata: 5,82						2,335	17,20	4,76	72,33	1016	3,23	314,1
STABILITAS TERSISA SETELAH PERENDAMAN 24 JAM SUHU 60 C = (1016 : 1103) x 100 = 92,05%												

Hasil analisis campuran aspal panas menggunakan metode *Marshall* menunjukkan bahwa kadar aspal yang optimal untuk modifier adalah 5,8%. Stabilitas campuran setelah dicelupkan dalam air panas selama 24 jam pada suhu 60° C dihitung dengan rasio (1016:1103) x 100 dan diperoleh persentase stabilitas 92,05%.

Untuk menentukan kadar aspal yang sesuai, dilakukan variasi kadar aspal 4, 4,5, 5, 5,5, dan 6. Kemudian dipilih kadar aspal yang terbaik dari 5 variasi tersebut dan digunakan untuk menguji 15 benda uji dengan menggunakan masing-masing 3 variasi kadar aspal.

#### 4.2. Perbandingan Kadar LDPE dan Dramix pada campuran Aspal

Perbandingan kadar LDPE dan Serat baja Dramix dengan data yang didapat dari praktikum diambil nilai rata rata dari 3 benda uji adalah sebagai berikut: **Tabel 4.2** Perbandingan kadar LDPE dan Dramix

Kriteria	VIM	VMA	VFB	Stabilitas	Flow	MQ
Normal	4,34	34,83	87,54	1.050,42	2,70	389,94
L2D1	4,36	34,98	87,53	1.112,59	2,80	397,35
L2D2	4,92	35,36	86,70	945,70	2,66	355,45
L2D3	4,69	35,20	68,69	821,35	2,26	363,18
L4D1	5,16	35,52	85,48	827,90	2,23	371,20
L4D2	3,45	34,36	90,29	847,53	2,26	373,92
L4D3	5,35	35,65	84,98	932,61	2,40	388,70
L6D1	5,37	35,67	84,93	768,99	2,13	364,73
L6D2	5,66	35,86	84,24	729,73	1,83	379,91
L6D3	4,69	35,21	86,68	693,73	1,83	379,91

Dari tabel diatas campuran LDPE dan Serat Baja Dramix yang dapat digunakan sebagai modifier untuk Ac-Wc yaitu kadar LDPE 2% dan Dramix 1% karena hanya itu yang

memenuhi persyaratan sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 Divisi 6 Revisi 2. Dimana syarat nilai VIM adalah 3.0-5.0%, nilai VMA adalah Min 15%, nilai VFB adalah Min 65%, Nilai Stabilitas adalah Min 800 kg, nilai *Flow* adalah 2.0-4.0, sedangkan nilai MQ tidak terbatas.

Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa Ac-Wc jika ditambahkan dengan kombinasi LDPE 2% dan Dramix 1% maka nilai VIM akan naik, mengakibatkan aspal semakin tertutup rapat, nilai VMA juga mengalami kenaikan mengakibatkan aspal semakin tertutup rapat, lalu nilai VFB turun maka semakin terisi rongga aspal yang porous, nilai Stabilitas naik menjadikan aspal semakin stabil dalam kondisi tekanan beban di atasnya, nilai *Flow* juga mengalami kenaikan maka terjadilah kelelahan pada aspal akibat menahan beban di atasnya, dan nilai MQ juga mengalami kenaikan akibatnya menjadikan nilai pendekatan yang memperlihatkan kekuatan campuran aspal ketika menerima beban.

## 5. KESIMPULAN

Hasil yang didapatkan memunculkan simpulan berikut:

1. *Job Mix Formula* terbaik yang bisa dipakai dalam Ac-Wc Modifikasi dengan menambahkan kombinasi campuran LDPE (*Low Density Polyethylene*) 2% dan Serat Baja Dramix 1%, sedangkan untuk variasi campuran lainnya tidak dapat digunakan sebagai pembuatan perkerasan jalan disebabkan tidak memenuhi persyaratan standarisasi teknis Bina Marga tahun 2018 Divisi 6 Revisi 2.
2. Pengaruh kekuatan pencampuran Ac-Wc Modifikasi memakai kombinasi campuran LDPE 2 % dan Serat Baja Dramix 1% bisa dipakai menjadi bahan penguat aspal karena memiliki nilai rata-rata VIM = 4,36, VMA = 34,98, VFB = 87,53, Stabilitas = 1.112,59, Flow = 2,80, dan MQ = 397,35.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Afriyanto, B., & Indriati, E. W. (2018). Analisis Variasi Kadar Limbah Plastik LDPE Dalam Aspal Modifikasi Terhadap Karakteristik Dasar Aspal.

- Mahardi H. W, & Risdianto (t.thn.). Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) Dalam Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat. *Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*, 1-7.
- Iskandar, C. S. (2021). Kinerja Campuran Beton Aspal AC-WC Dengan Penambahan Limbah Botol Plastik. *Jurnal Teknik Sipil - Macca*, 84-92.
- Karlina, S. (2013). Beton Aspal Campuran Panas. *Jurnal Of Chemical Information And Modeling*, 53(9).
- Kartolo et al. (2016). Pemanfaatan Limbah Sampah LDPE Sebagai Bahan Campuran Aspal.
- Khomaeni, Z. H. (2018). Analisa Pengaruh Penambahan LDPE Sebagai Campuran Aspal Terhadap Kuat Aspal Dengan Menggunakan Marshall Test.
- M. E, A., S, A., A, K., & R. P, J. (2017). Effect Of Waste Plastic As Bitumen Modified In Asphalt Mixture. *09018*, 0-6.
- M. R, K. U. (2018). Durabilitas Campuran Laston Lapis Aus (Ac-Wc) Di Subtitusi Limbah LDPE Dengan Cara Kering Terhadap Rendaman Kotoran Sapi. *Jurnal Teknik Sipil*, 689-700.
- Mudjanaro, S., S. W, K., & A. D, L. (2019). Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis HDPE Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac-Wc. *Universitas Narotama Surabaya, Jawa Timur*, 222-223.
- Prof, J. J. (2015). Sampah Dunia (Marine Debris). 1-2.
- Putra, N. E., Putri, E. E., & Purnawan. (2022). Durabilitas Campuran Laston AC-WC Disubtitusi Dengan Campuran Limbah Plastik LDPE, PP, PS. *Jurnal Teknik Sipil, 11*, 141-147.
- R. A, H., O. H, K., & M. M, M. (2016,). Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Material Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Beton Lapis Aus Gradasi Senjang. *Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado*, 4, 7.

- Razak, B. A., & Erdiansa, A. (2016). Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Penambahan Limbah Plastik LDPE. *Journal INTEK*, 3, 8-14.
- Saputra, A. D., & Tajudin, A. N. (2021). Analisis Kemampuan Self Hiling Pada Lapis Aspal Beton Dengan Limbah Bubutan Baja Sebagai Bahan Tambah. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4, 875-886.
- Suhardi. (2016). Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Aspal Dengan Penambahan Limbah LDPE .
- U. F, S. K. (2018). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac-Bc. *Jurnal Teknik Sipil*, 737-748.
- W. R, P. (2019). Studi Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran *Asphal Concrete Wearing Course*. 4271, 65-71.
- Yunus, I., Hafram, M., & Alifuddin, A. (2021). Analisis Campuran AC-WC Asb Menggunakan Plastik Tipe LDPE Sebagai Bahan Tambah. *Jurnal Teknik Sipil - Macca*, 108-117.