

# PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* (PET) TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC)

Riski Martua Hutahaean<sup>1</sup>, Eva Rita<sup>2</sup>, Yulcherlina,<sup>3</sup>

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

Email: [1riskimartuahutahaean@gmail.com](mailto:riskimartuahutahaean@gmail.com) [2evarita@bunghatta.ac.id](mailto:evarita@bunghatta.ac.id) [3yulcherlina@bunghatta.ac.id](mailto:yulcherlina@bunghatta.ac.id)

## ABSTRAK

Indonesia merupakan penyumbang sampah plastik kedua terbanyak di dunia dan memiliki cuaca tropis serta beban kendaraan yang mengakibatkan campuran aspal mudah berlubang, bergelombang, retak, pelepasan butiran atau kerusakan lainnya. Peneliti melakukan substitusi limbah plastik jenis *polyethylene terephthalate* (PET) atau sampah botol air mineral pada aspal lapisan aus (AC-WC) yang langsung menghadapi cuaca tropis dan menerima beban kendaraan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi limbah plastik dan meningkatkan kualitas campuran aspal. Metode penelitian adalah metode *eksperimen* dengan melakukan pengolahan data. Pengujian material 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 *polyethylene terephthalate* (PET) yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu 1% dengan nilai *density* 2,338 gr/cm<sup>3</sup>, VMA 15,17%, VFB 77,15%, VIM 3,47 %, *stability* 1364,7 kg, *flow* 3,6 mm dan MQ 379,3 kg/mm.

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

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penyumbang sampah plastik kedua terbanyak di dunia [8], Pada tahun 2019 terdapat timbunan sampah sebesar 67 juta ton, komposisi rata-rata sampah plastik nasional yaitu 17,14% atau sekitar 11,4 juta ton pertahun. Jenis plastik yang ditemukan dalam sampah perkotaan yaitu antara lain *Light Density Poly Ethylene* (LDPE), *Poly Propylene* (PP), *High Density Poly Ethylene* (HDPE), *Poly Vinyl Chloride* (PVC), *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Styrofoam*, dll [7]. Waktu yang dibutuhkan sampah plastik untuk mengurai sampai menjadi partikel kecil yaitu selama ratusan tahun, sampah plastik dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan makhluk hidup [8].

Dengan banyaknya limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) maka, penulis menggunakannya pada penelitian ini. PET merupakan resin yang tahan lama, kuat, ringan, dan mudah dibentuk ketika panas, mempunyai sifat tidak elastis dan juga mempunyai sifat *thermoplastic* yang sama dengan aspal. Sifat *thermoplastic* yang sama dengan aspal yaitu pada suhu tinggi akan mencair tetapi pada suhu lingkungan akan menjadi keras. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air

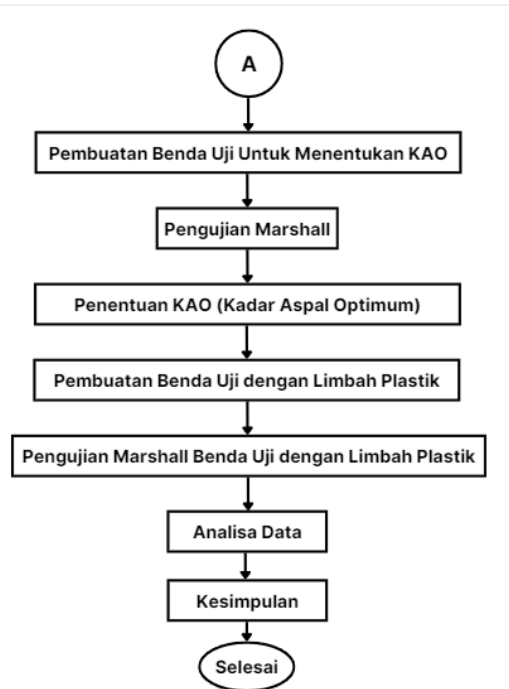
[3]. PET dapat digunakan untuk campuran aspal dan memberikan kinerja yang lebih serta stabilitas yang lebih baik [9]. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Kementerian PUPR, aspal plastik mampu menahan gempuran air yang selama ini membuat jalan rentan rusak dan ketahanan terhadap air, serta stabilitas keawetan aspal plastik dinyatakan lebih tinggi dari pada aspal tanpa plastik [1]. Indonesia merupakan negara dengan cuaca tropis yang dapat merusak campuran aspal sehingga dapat membuat campuran ini menjadi mudah berlubang dan bergelombang [1]. Campuran aspal dapat menjadi retak, pelepasan butir dan berlubang akibat beban pada penampang jalan. Untuk mengurangi kerusakan jalan ini pemerintah juga melakukan berbagai modifikasi pada campuran aspal dengan menambahkan bahan yang dapat menutupi kelemahan aspal contohnya plastik [9]. Oleh sebab itu, penulis akan melakukan penelitian terhadap limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET).

Pada penelitian ini penulis menggunakan aspal dengan penetrasi 60/70 karena di Indonesia yang digunakan saat ini untuk perkerasan jalan ialah aspal penetrasi 60/70 [10]. Penulis memanfaatkan limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) pada

lapisan aus atau AC-WC karena lapisan aus berada pada lapisan atas yang bersentuhan langsung dengan roda kendaraan yang menjadi beban dan langsung menghadapi cuaca tropis yang dapat memudahkan kerusakan campuran aspal terjadi. Pemanfaatan limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) juga berdampak positif pada campuran aspal berdasarkan hasil penelitian terdahulu oleh Evandanta dkk, (2021), Alwi dkk, (2020), Isma dkk, (2021), Rahayu dkk, (2021), dan Simangunsong dkk, (2021) yang menyatakan memberikan pengaruh pada campuran aspal panas AC-WC dan meningkatkan kualitas karakteristik *Marshall*.

**METODE**

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengujian terhadap material yaitu pengujian aspal penetrasi 60/70, agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, dan *filler* yang harus memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Setelah itu, dilakukan pembuatan *job mix formula*. Hasil *job mix formula* yang didapatkan dilakukan pembuatan benda uji lalu dilakukan pengujian *marshall* untuk menentukan nilai KAO. Setelah itu, dilakukan pembuatan benda uji dengan limbah plastik PET lalu dilakukan pengujian *marshall* untuk mengetahui karakteristik *marshall* benda uji dengan limbah plastik PET. Berikut bagan alir pada penelitian ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian agregat, pengujian aspal, pengujian KAO dan pengujian *Marshall* dengan limbah plastik PET dapat dilihat sebagai berikut :

1. Material
  - a. Agregat. Berdasarkan hasil dari pengujian agregat, agregat yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berikut hasil pengujian agregat.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

PENGUJIAN AGREGAT KASAR						
No	Pengujian	Standarisasi	Syarat	Hasil Batu pecah 1-2 cm	Hasil Batu Pecah 0,5-1 cm	Keterangan
1	Penyerapan Air	SNI 03-1969-2008	≤ 3 %	1,6	1,67	Memenuhi
2	Berat Jenis Curah Kering	SNI 03-1970-2008	≥ 2.5	2,62	2,60	Memenuhi
3	Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan	SNI 03-1969-2008	≥ 2.5	2,66	2,64	Memenuhi
4	Berat Jenis Semu	SNI 03-1969-2008	≥ 2.5	2,74	2,72	Memenuhi
5	Kearsaan (Abrasi)	SNI 03-2417-2008	Maks. 30%	25%		Memenuhi
6	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	SNI 2439:2011	≥ 95%	98%		Memenuhi

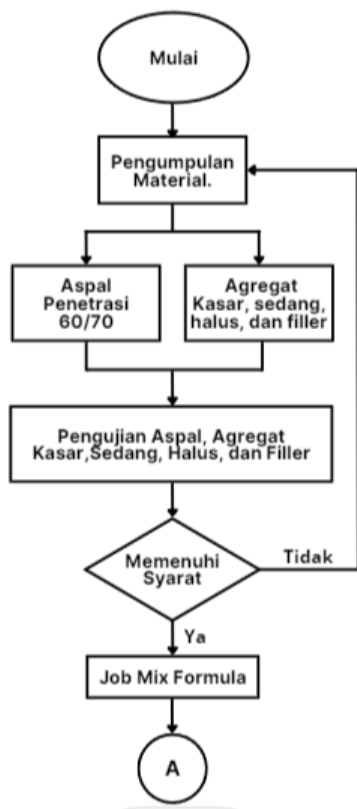
(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Agregat Kasar, 2024)

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

PENGUJIAN AGREGAT HALUS					
No	Pengujian	Standarisasi	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Penyerapan Air	SNI 03-1970-2008	≤ 3 %	2,87%	Memenuhi
2	Berat Jenis Curah Kering	SNI 03-1970-2008	≥ 2.5 gr/cc	2,52	Memenuhi
3	Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan	SNI 03-1970-2008	≥ 2.5 gr/cc	2,59	Memenuhi
4	Berat Jenis Semu	SNI 03-1970-2008	≥ 2.5 gr/cc	2,71	Memenuhi
5	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	≥ 60%	92%	Memenuhi

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Agregat Halus, 2024)

- b. Aspal Penetrasi 60/70. Berdasarkan hasil



pengujian aspal, aspal yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Berikut hasil pengujian aspal sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal

No	Pengujian	Standarisasi	Satuan	Syarat Aspal	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi	SNI 2456-2011	Mm	60-70	64,7	Memenuhi
2	Daktilitas	SNI 2432-2011	Cm	≥100	150 cm	Memenuhi
3	Titik Nyala	SNI 2433-2011	°C	≥232	315 °C	Memenuhi
4	Kehilangan Berat	SNI 06-2441-1991	%	≤0,8	0,12%	Memenuhi
5	Titik Lembek	SNI 2434-2011	°C	48-58	58 °C	Memenuhi
6	Berat Jenis	SNI 2441-2011	gr/cm <sup>3</sup>	≥1	1,0361	Memenuhi

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium Aspal, 2024)

c. Limbah Plastik, limbah plastik yang digunakan yaitu jenis *polyethylene terephthalate* (PET) atau sampah botol mineral yang dibersihkan sebelum melakukan penelitian.

## 2. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil pengujian KAO untuk campuran aspal rencana sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian KAO

Pengujian Marshall							
No	Karakteristik	Spesifikasi	Variasi Kadar Aspal				
			5%	5,50%	6%	6,50%	7%
1	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	-	2,313	2,323	2,325	2,322	2,308
2	VMA (%)	Min. 15	15,21	15,29	15,65	16,22	17,17
3	VFB (%)	Min. 65	61,22	68,61	74,36	78,69	80,43
4	VIM (%)	3,0 - 5,0	5,9	4,8	4,01	3,46	3,36
5	Stability (kg)	Min. 800	988,1	1058,7	1088,4	1053,2	997,3
6	Flow (mm)	2,0 - 4,0	3,05	3,22	3,3	3,56	4,02
7	MQ (kg/mm)	Min. 250	324,2	329,1	329,6	303,4	258,9

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

Dari hasil pengujian KAO didapatkan nilai KAO sebesar 6%.

## 3. Hasil Pengujian Marshall dengan Substitusi

Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) Hasil pengujian *marshall* dengan substitusi limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) pada aspal lapisan aus (AC-WC) sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall dengan Substitusi *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Pengujian Marshall dengan Campuran Limbah Plastik <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)									
No	Karakteristik	Spesifikasi	Variasi Kadar Limbah Plastik <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)						
			0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
1	Density (gr/cm <sup>3</sup> )	-	2,325	2,338	2,344	2,342	2,335	2,307	2,28
2	VMA (%)	Min. 15	15,65	15,17	14,96	15,05	15,3	16,3	17,31
3	VFB (%)	Min. 65	74,36	77,15	78,47	77,87	76,4	70,88	65,94
4	VIM (%)	3,0 - 5,0	4,01	3,47	3,22	3,33	3,61	4,75	5,89
5	Stability (kg)	Min. 1000	1329,9	1364,7	1351,2	1433,9	1440,3	1449,4	1590,6
6	Flow (mm)	2,0 - 4,0	3,3	3,6	3,78	4,26	4,66	5,33	5,86
7	MQ (kg/mm)	Min. 250	402,8	379,3	357	336,7	309,3	271,7	271,5

(Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium, 2024)

Dari hasil pengujian dengan substitusi limbah plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) 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

PET 2-6%. Pada kadar limbah PET 2% terdapat nilai parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VMA 14,96% dengan spesifikasi 15%. Pada kadar limbah plastik 3%, 4% dan 5% terdapat nilai parameter yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai *flow* secara berurutan 4,26 mm, 4,66 mm dan 5,33 mm dengan spesifikasi 2-4 mm. Pada kadar limbah plastik PET 6% terdapat dua nilai parameter *marshall* yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu nilai VIM 5,89% dengan spesifikasi 3-5% dan nilai *flow* 5,86 mm dengan spesifikasi 2-4 mm. Adanya nilai parameter *marshall* yang tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dari kadar limbah plastik PET 2-6% 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 *Polyethylene Terephthalate* (PET) 1%, karena hasil pengujian *marshall* menunjukkan seluruh nilai parameter *marshall* memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kadar aspal optimum yang didapatkan untuk campuran aspal panas lapisan aus AC-WC yaitu 6%. Kadar aspal optimum 6% ini diperoleh berdasarkan hasil pengujian Marshall dan telah memenuhi persyaratan VMA sebesar 15,65% dengan spesifikasi minimal 15%, VIM sebesar 4,01% dengan spesifikasi 3-5%, Density sebesar 2,325 gr/cm<sup>3</sup>, VFB sebesar 74,36% dengan spesifikasi minimal 65%, Marshall Quotient sebesar 329,6 dengan spesifikasi minimal 250 kg/mm, Stabilitas sebesar 1088,4 kg dengan spesifikasi minimal 800 kg dan Flow sebesar 3,30 mm dengan spesifikasi 2-4 mm.
2. Pada penelitian ini limbah plastik *Polyethylene terephthalate* (PET) dijadikan pengganti sebagian aspal untuk campuran laston (AC-WC) dalam Setelah dilakukan pengujian *marshall* terdapat beberapa peningkatan dan dari keenam presentase kadar *Polyethylene terephthalate* (PET) hanya kadar 1% yang memenuhi persyaratan dengan nilai *Density* sebesar 2,338 gr/cm<sup>3</sup>, nilai VMA sebesar 15,17% dengan spesifikasi minimal 15%, nilai VFB sebesar 77,15% dengan spesifikasi minimal 65%, nilai VIM sebesar 3,47% dengan spesifikasi 3-5%, nilai *Stability* sebesar 1364,7 kg dengan spesifikasi minimal 1000 kg, nilai *Flow* sebesar 3,6 mm dengan spesifikasi 2-4 mm, dan nilai MQ

sebesar 379,3 kg/mm dengan spesifikasi 250 kg/mm. Untuk campuran aspal dengan limbah plastik *Polyethylene terephthalate* (PET) dengan kadar 2%, 3%, 4%, 5% dan 6% kurang efisien digunakan karena ada parameter marshall yang tidak memenuhi spesifikasi.

3. Peneliti menyarankan untuk dapat diterapkan langsung oleh pemerintah sehingga lapisan menjadi tahan lama dan menciptakan lingkungan menjadi bersih karena pemanfaatan limbah plastik PET.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]Alwi, S., Sudiby, A., & Herni. (2020). Pengaruh Penggunaan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Pada Campuran Aspal AC-WC Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Inersia*, XII, 16-24.
- [2]Dirjen Bina Marga. (2019). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- [3]Erita, C. A., Guswandi, & Lizar. (2019). Pengaruh Pencampuran Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Nilai Marshall Aspal Pori. *Jurnal Teknik Sipil dan Aplikasi (TEKLA)*, I, 1-8.
- [4]Evandanata, J., Desriantomy, & Supiyan. (2021). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik (PET) Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course. *Jurnal Kacapuri*, IV, 147-158.
- [5]Firda, A., Djohan, B., Jimmyanto, H., & Febrianty, D. (2022). Pengaruh Penambahan Plastik (Polyethylene Terephthalate) Pada Campuran AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course) Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Deformasi*, 7-2, 127-144.
- [6]Isma, L., Mulizar, & Aiyub. (2021). Karakteristik Marshall campuran Aspal Menggunakan Aditif (Polyethylene Terephthalate). *Jurnal Sipil Sains Terepan*, IV, 49-57.
- [7]Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2020*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- [8]Krisyanti, VOS, I., & Priliantini, A. (2020). Pengaruh Kampanye #Pantang Plastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survey Pada Pengikut

Instagram @GreenpeaceID). *Jurnal Komunika*, IX, 40-51.

- [9]Rahayu, P., Rifqi, M. G., & Amin, M. S. (2021). Pengaruh Penambahan Plastik Tipe PET (Polyethylene Terephthalate) Terhadap Campuran Laston AC-WC. *Journal Of Applied Civi Engineering and Infrastructure Technology (JACEIT)*, II, 1-5.
- [10]Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.