

## Karakteristik *Marshall AC-WC* Dengan Penambahan Limbah Plastik Jenis *Low Density Polyethelene (LDPE)*

A. Didik S. Purwantoro<sup>1</sup>, M. Arief Ramadhan<sup>2</sup>, Slamet Widodo<sup>3</sup>,  
Asrul Saputra<sup>4</sup>

1,2,3,4 Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong,  
Kota Sorong, Indonesia

Email : [asrulsaputra.as7@gmail.com](mailto:asrulsaputra.as7@gmail.com)

### ABSTRAK

Limbah plastik jenis *Low Density Polyethelene (LDPE)* merupakan salah satu limbah bekas pakai yang mudah ditemukan dan jumlahnya juga relatif banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *Marshall AC-WC* terhadap penambahan limbah plastik jenis LDPE. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Marshall test* dengan variasi kadar plastik 1%, 3%, dan 5%. Limbah LDPE digunakan berupa botol infus dan kresek. Hasil perolehan KAO sebesar 6,7% dan hasil tertinggi dengan penambahan limbah diperoleh pada kadar limbah 3%, dengan perolehan nilai MQ sebesar 282,30 kg/mm. Untuk hasil VIM dan VMA terjadi penurunan sampai pada kadar limbah 3% dan mengalami kenaikan pada kadar limbah 5%, sedangkan hasil VFA cenderung meningkat sampai kadar limbah 3% dan turun pada kadar limbah 5%.

**Kata kunci:** LDPE, Marshall test, KAO, AC-WC (Asphalt Concert Wearing Course).

### ABSTRACT

*Low Density Polyethelene (LDPE) plastic waste is one of the used waste that is easy to find and the amount is also relatively large. This research aims to determine the Marshall characteristics of AC-WC against the addition of LDPE plastic waste. The method used in this research is Marshall test with plastic content variation of 1%, 3%, and 5%. LDPE waste is used in the form of infusion bottles and crackle. Results obtained KAO of 6.7% and the highest results with the addition of waste obtained at 3% waste content, with the acquisition of MQ value of 282.30 kg/mm. For VIM and VMA results, there is a decrease up to 3% waste content and an increase at 5% waste content, while VFA results tend to increase up to 3% waste content and decrease at 5% waste content.*

*Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)* **Keywords:** LDPE, Marshall test, KAO, AC-WC (Asphalt Concert Wearing Course)

## Pendahuluan

Penggunaan limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebagai bahan tambah untuk campuran Aspal telah banyak dikaji dalam skala laboratorium seperti oleh Afriyanto dkk. (2019), Razak & Erdiana (2016), Suroso (2008). Pengaruh penambahan limbah jenis LDPE kedalam aspal, dapat menurunkan nilai penetrasi karena terjadi peningkatan pada titik lembek aspal yang mana hal itu membuat aspal tidak mudah mengalami perubahan temperatur, sehingga *stiffness* modulus aspal dan daya tahan meningkat terhadap deformasi (Suroso, 2008). Berkaitan dengan pengaruh limbah jenis LDPE terhadap sifat fisik campuran AC-WC, Razak & Erdiana (2016) menyebutkan bahwa terjadi ketidakpastian data yang mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil. Namun, Afriyanto dkk. (2019) menyebutkan bahwa campuran limbah jenis LDPE dapat memenuhi persyaratan Bina Marga dengan persentase LDPE sebesar 5%.

Pada tahun 2017 Badan Pusat Statistik (2018) mencatat jumlah penduduk di Provinsi Papua Barat berjumlah 915.361 orang, dimana Kota Sorong memiliki jumlah penduduk terbanyak sebesar 239.815 orang. Dapat dipastikan jumlah tersebut masih akan bertambah sampai saat ini. Dengan semakin bertambahnya penduduk maka akan semakin meningkat pula volume produksi sampah baik dari limbah rumah tangga, pelaku usaha, dan instansi swasta/pemerintah. Kecenderungan masyarakat yang masih membuang sampah tidak pada tempatnya menjadi sumbangsi besar terhadap pencemaran lingkungan. Penelitian yang dilakukan tahun 2018 oleh Adii dkk. (2022) menuliskan bahwa sebanyak 15,9 ton/tahun sampah di Distrik Malaimsimsa, Kota Sorong, berhasil tereduksi dengan pengelolaan sampah secara komprehensif. Data tersebut hanya mencapai 0,23% dari jumlah sampah yang berada di Kawasan tersebut sejumlah 6.852,64 ton pada tahun 2018.

Penambahan plastik pada aspal juga disebutkan oleh Pratama & Yusuf (2019), bahwa selain menambah nilai uji *Marshall* juga sebagai wujud peduli lingkungan. Untuk itu diperlukan kajian lebih guna mempelajari dan memanfaatkan pengaruh limbah LDPE terhadap karakteristik *Marshall* campuran AC-WC. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase kadar penambahan limbah jenis LDPE yang memenuhi kriteria terhadap karakteristik *Marshall* campuran AC-WC.

## Metode Penelitian

Spesifikasi yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum (2018), Seksi 6.3 untuk Campuran Beraspal Panas.

### Data Penelitian

Dalam penelitian material agregat yang digunakan berasal dari Quarry Saoka, Kota Sorong, Papua Barat Daya. Untuk bahan tambah limbah jenis LDPE digunakan botol infus bekas dan kresek.

#### 1. Data primer

Diperoleh berdasarkan hasil uji yang dilakukan di PT. AKAM, diantaranya:

- Analisa saringan, untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar
- Abrasi, untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan
- Berat jenis, untuk menentukan penyerapan terhadap agregat
- Marshall test*

#### 2. Data Sekunder

Diperoleh hasil uji dari Litbang Perkerasan Jalan (2018) berupa aspal keras pen 60/70.

- Penetrasi 25°C (0.1 mm), untuk menentukan nilai penetrasi pada aspal sehingga dapat diketahui mutunya

- b. Titik lembek ( $^{\circ}\text{C}$ ), untuk menentukan jenis aspal berdasarkan temperatur
- c. Daktilitas  $25^{\circ}\text{C}$  (cm), untuk mengetahui elastisitas bahan aspal
- d. Berat jenis, untuk menentukan kualitas aspal dan mengstimasi berat jenis aspal dengan bahan campuran lain
- e. Kehilangan berat (%), untuk mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan
- f. Kelarutan (%), untuk mengetahui kemurnian aspal sebelum digunakan untuk campuran perkerasan

## Hasil dan Pembahasan

### Karakteristik Material

1. Agregat  
 Komponen utama struktur perkerasan jalan didominasi oleh material agregat sebanyak 90-95% berdasarkan beratnya (Sukirman, 2016). Berikut ini disajikan pada Tabel 1.
2. Bahan Pengikat (Aspal)  
 Sukirman (2016) dalam bukunya menyebutkan bahwa sifat termoplastis pada aspal digunakan saat proses konstruksi perkerasan jalan dilakukan, dengan jumlah berkisar 4-10% dari berat campuran. Berikut ini disajikan Tabel 2.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Gabungan

| Jenis Pengujian | Hasil    |            |          | Spek        |
|-----------------|----------|------------|----------|-------------|
|                 | Batu 1-2 | Batu 0,5-1 | Abu Batu |             |
| Gradasi (%)     | Tabel 2  |            |          |             |
| Abrasi (%)      | 23       | -          | -        | Maks 30     |
| Berat jenis     | 2.272    | 2.272      | 2.665    | Selisih 0,2 |
| Penyerapan (%)  | 0.811    | 0.811      | 1.875    | Maks 2      |

Tabel 2. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal

| Jenis Pengujian                                | Hasil | Spek       |
|--|-------|------------|
| Penetrasi pada $25^{\circ}\text{C}$ (0.1 mm)   | 65    | 60-70      |
| Daktilitas $25^{\circ}\text{C}$ (cm)           | >140  | $\geq 100$ |
| Titik Lembek ( $^{\circ}\text{C}$ )            | 48,2  | $\geq 48$  |
| Titik Nyala ( $^{\circ}\text{C}$ )             | 283   | $\geq 232$ |
| Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)   |       | $\geq 99$  |
| Berat Jenis                                    | 1.032 | $\geq 1$   |
| Berat yang Hilang (%)                          | 0,434 | $\leq 0,8$ |
| Penetrasi pada $25^{\circ}\text{C}$ (% semula) | 58,1  | $\geq 54$  |

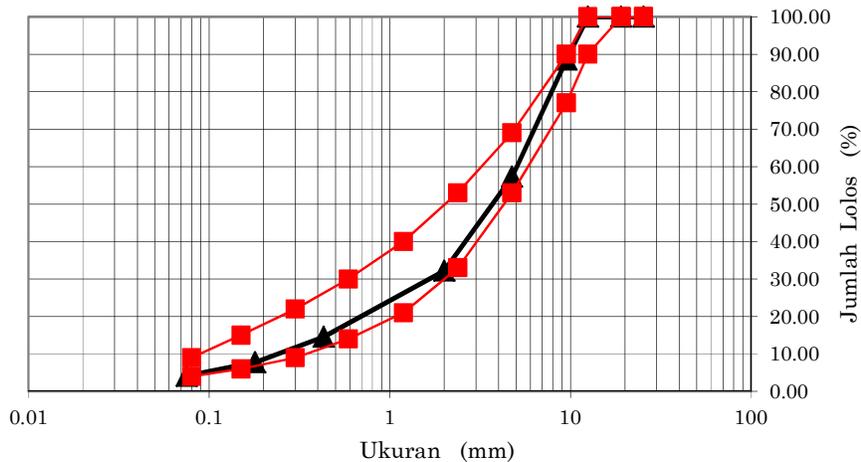
Sumber: (Litbang Perkerasan Jalan, 2018)

### Gradasi Agregat Campuran AC-WC

Rancangan gradasi agregat campuran AC-WC dapat dilihat pada Tabel 3 dan kurva pada Gambar 1.

Tabel 3. Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran AC-WC

| Ukuran Ayakan |      | Persen Lolos (%) |            |          |          |            |          |        |        |
|---------------|------|------------------|------------|----------|----------|------------|----------|--------|--------|
| ASTM          | (mm) | Abu batu         | Batu 0,5-1 | Batu 1-2 | Abu batu | Batu 0,5-1 | Batu 1-2 | Total  | Spek   |
| 1 "           | 25,4 | 100,00           | 100,00     | 100,00   | 51,00    | 33,00      | 16,00    | 100,00 | 100    |
| 3/4 "         | 19,1 | 100,00           | 100,00     | 100,00   | 51,00    | 33,00      | 16,00    | 100,00 | 100    |
| 1/2 "         | 12,5 | 100,00           | 100,00     | 100,00   | 51,00    | 33,00      | 16,00    | 100,00 | 90-100 |
| 3/8 "         | 9,52 | 100,00           | 100,00     | 28,71    | 51,00    | 33,00      | 4,59     | 88,59  | 77-90  |
| N0. 4         | 4,75 | 100,00           | 18,99      | 0,18     | 51,00    | 6,27       | 0,03     | 57,30  | 53-69  |
| N0. 8         | 2,38 | 90,23            | 0,15       | 0,10     | 46,02    | 0,05       | 0,02     | 46,08  | 33-53  |
| N0. 16        | 1,19 | 63,13            | 0,07       | 0,05     | 32,20    | 0,02       | 0,02     | 32,23  | 21-40  |
| N0. 30        | 0,59 | 38,59            | 0,06       | 0,03     | 19,68    | 0,02       | 0,02     | 19,71  | 14-30  |
| N0. 50        | 0,30 | 28,55            | 0,06       | 0,02     | 14,56    | 0,02       | 0,02     | 14,58  | 9-22   |
| N0.100        | 0,15 | 15,22            | 0,06       | 0,02     | 7,76     | 0,02       | 0,02     | 7,79   | 6-15   |
| N0.200        | 0,08 | 8,09             | 0,06       | 0,02     | 4,13     | 0,02       | 0,02     | 4,15   | 4-9    |



Gambar 1. Kurva Gradasi Agregat Campuran AC-WC

### Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum akan semakin tinggi apabila jumlah agregat halus juga tinggi, dikarenakan semakin luasnya permukaan agregat yang harus diselimuti aspal (Indira dkk., 2017). Pengujian *Marshall* dilakukan salah satunya adalah untuk memperoleh nilai KAO, yang mana dalam penelitian diperoleh nilai KAO sebesar 6,7%. Kemudian dibuat benda uji dengan kadar aspal optimum yang ditambahkan bahan tambah limbah jenis LDPE. Kadar limbah jenis LDPE adalah 1%, 3%, dan 5% dari berat aspal optimum dengan masing-masing dua dibuat dua benda uji. Hasil rancangan agregat dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rencana Benda Uji untuk Pengujian *Marshall*

| Kebutuhan Material (gr)           |      | 0       | 1%      | 3%      | 5%      |
|-----------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|
| Total campuran                    |      | 1.200   | 1.200   | 1.200   | 1.200   |
| Kadar aspal optimum (6.7% x 1200) |      | 80,4    | 80,4    | 80,4    | 80,4    |
| Kebutuhan aspal                   |      | 80,4    | 79,6    | 78,0    | 76,4    |
| Kebutuhan limbah jenis LDPE       |      |         | 0,8     | 2,4     | 4,0     |
| Berat Agregat                     |      | 1.119,6 | 1.119,6 | 1.119,6 | 1.119,6 |
| Agregat 1-2                       | 16 % | 179,136 | 179,136 | 179,136 | 179,136 |
| Agregat 0,5-1                     | 33 % | 369,468 | 369,468 | 369,468 | 369,468 |
| Abu batu                          | 51 % | 570,996 | 570,996 | 570,996 | 570,996 |
| Berat kumulatif                   |      |         |         |         |         |
| Agregat 1-2                       |      | 179,136 | 179,136 | 179,136 | 179,136 |
| Agregat 0,5-1                     |      | 548,604 | 548,604 | 548,604 | 548,604 |
| Abu batu                          |      | 1.119,6 | 1.119,6 | 1.119,6 | 1.119,6 |

Setelah dilakukan pengujian maka hasil uji *Marshall* KAO dengan penambahan limbah jenis LDPE dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

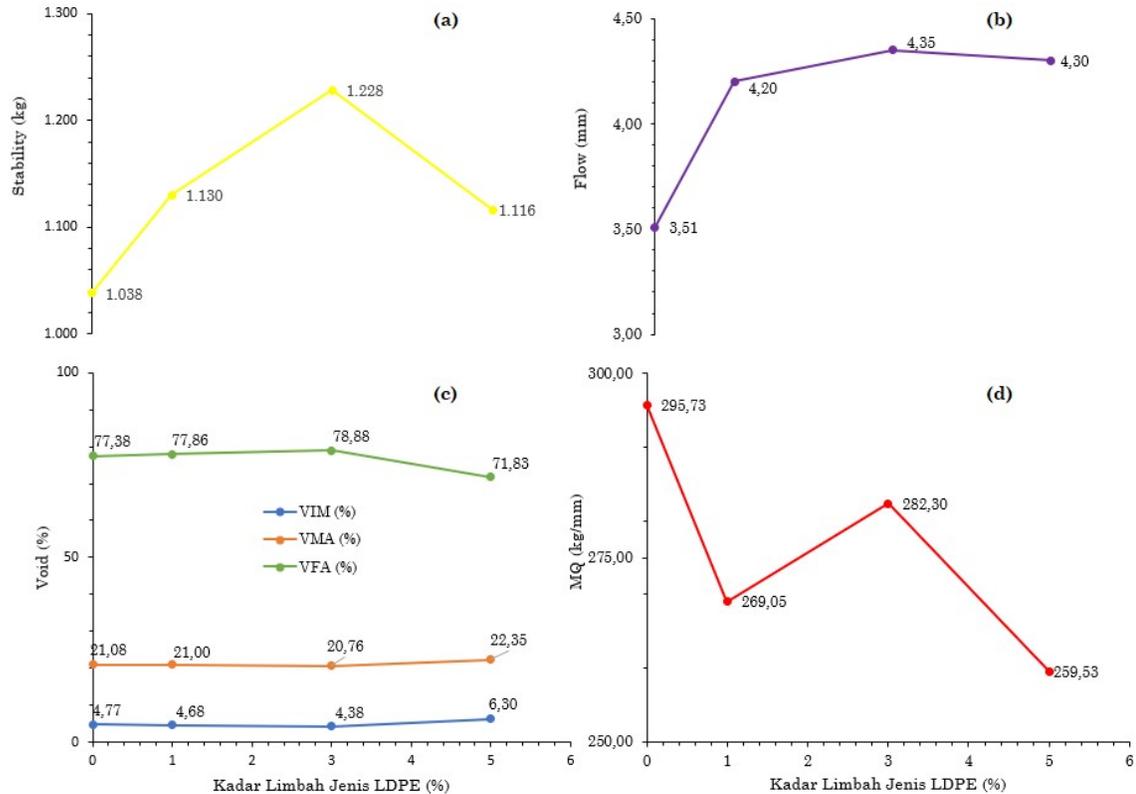
Tabel 5. Hasil *Marshall* KAO dengan Bahan Tambah Limbah LDPE

| Kadar Limbah LDPE (%) | VIM (%) | VMA (%) | VFA (%) | <i>Stability</i> (kg) | <i>Flow</i> (mm) | <i>Marshall Quotient</i> (kg/mm) |
|-----------------------|---------|---------|---------|-----------------------|------------------|----------------------------------|
| 0                     | 4,77    | 21,08   | 77,38   | 1.038                 | 3,51             | 295,73                           |
| 1                     | 4,68    | 21,00   | 77,86   | 1.130                 | 4,20             | 269,05                           |
| 3                     | 4,38    | 20,76   | 78,88   | 1.228                 | 4,35             | 282,30                           |
| 5                     | 6,30    | 22,35   | 71,83   | 1.116                 | 4,30             | 259,53                           |
| Spek                  | 3 - 5   | Min 15  | Min 65  | Min 800               | 2 - 4            | Min 250                          |

### Hubungan Kadar Limbah Jenis LDPE terhadap Karakteristik *Marshall*

Gambar 2d menyajikan kurva hasil pembagian dari *stability* dengan *flow* untuk hasil tertinggi dengan penambahan limbah diperoleh pada kadar limbah 3%, dengan perolehan nilai sebesar 282,30 kg/mm. Hasil tersebut sebanding dengan apa yang ditampilkan pada Gambar 2a dan 2b, dimana dapat dilihat perolehan nilai terbesar juga berada pada penambahan kadar limbah 3%. Pencampuran aspal dan agregat yang ditambahkan kadar limbah 3% menghasilkan *void* (Gambar 2c) yang tidak jauh berbeda dengan 0% (asli). Untuk hasil VIM dan VMA terjadi penurunan sampai pada kadar limbah 3% dan

mengalami kenaikan pada kadar limbah 5%, sedangkan hasil VFA cenderung meningkat sampai kadar limbah 3% dan turun pada kadar limbah 5%.



Gambar 2. Kurva Karakteristik Marshall Hubungan Kadar Limbah Jenis LDPE terhadap (a) Stability (b) Flow (c) Void (d) Marshall Quotient (MQ)

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa penambah kadar limbah jenis LDPE 3% pada campuran aspal dan agregat dapat meningkatkan nilai *Stability* = 1.228 kg. (memenuhi, Tabel 5). Adapun nilai *Flow* setiap penambahan limbah tidak memenuhi (2 – 4 mm, Tabel 5), dikarenakan plastik dapat bersifat sebagai aspal sehingga menyebabkan kenaikan nilai *flow* (Razak & Erdiana, 2016). Berdasarkan nilai *stability* dan *flow* maka diperoleh nilai MQ yang tidak lebih baik dari kadar 0% dengan MQ = 295,73 (Gambar 2d). Penambahan limbah jenis LDPE memberikan rongga yang besar pada kadar 3%, dengan perolehan nilai VIM = 4,38% dan VMA = 20,76% (memenuhi, Tabel 5). Saat rongga yang tersedia cukup besar maka kebutuhan aspal akan semakin banyak, disisi lain pada penelitian ini komposisi kebutuhan aspal tidak sama. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kebutuhan limbah kadar 3% = 2,4 gr memberikan nilai VFA = 78,88% (Tabel 5).

### Simpulan

Hasil pengujian karakteristik Marshall Ac-Wc dengan penambahan limbah jenis LDPE telah dibahas pada bagian sebelumnya. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa limbah jenis LDPE sangat mempengaruhi nilai karakteristik Marshall. Kenaikan tertinggi nilai MQ ada pada kadar 3% sebesar 282,30 kg/mm, namun hasil tersebut tidak

lebih baik dari kadar 0% (asli). Selain itu penambahan limbah jenis LDPE sebanyak 3% akan mengurangi kadar aspal yang menyebabkan besarnya nilai VFA = 78,88%.

### Daftar Pustaka

- Adii, A., Lekitoo, M. N., & Lisangan, M. M. (2022). Peran serta masyarakat mereduksi sampah anorganik melalui Bank Sampah di Distrik Malaimsimsa Kota Sorong. *Cassowary*, 5(1), 81–86. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v5.i1.96>
- Afriyanto, B., Indriyati, E. W., & Hardini, P. (2019). *PENGARUH LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE TERHADAP KARAKTERISTIK DASAR ASPAL* (Vol. 19, Issue 1).
- Badan Pusat Statistik. (2018). Kota Sorong Dalam Angka 2018. *BPS Kota Sorong*, 1–473.
- Indira, Marpaung, A., Setiadji, B. H., & Supriyono. (2017). EVALUASI GRADASI AGREGAT PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN TEORI FRACTAL. *JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL*, 6(2), 1–11. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Kementerian, P., Umum, D., Perumahan, R., Direktorat, J., Bina, M., Pekerjaan, U., Jalan, K., & Jembatan, D. (2018). *SPESIFIKASI UMUM 2018*.
- Litbang Perkerasan Jalan. (2018). *LAPORAN PENGUJIAN, No: 018 AS/PNPB-BPJ/III/2018, Pemohon: PT. BUMI SARANA UTAMA*.
- Pratama, G. N. I. P., & Yusuf, A. M. (2019). UJI TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR SEMARBUT ASPAL TIPE 4 BERDASARKAN SNI 2433:2011. *INERSIA*, XV(1), 62–73.
- Razak, B. Abd., & Erdiana, A. (2016). Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *INTEK*, 3(1), 8–14.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*.
- Suroso, T. W. (2008). *PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLY ETHILEN) CARA BASAH DAN CARA KERING TERHADAP KINERJA CAMPURAN BERASPAL*.