

Analisis Substitusi Limbah Plastik (LDPE) terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Laston AC-WC

Gali Pribadi^{1*}, Indriasari¹, Rafi Luthfir Rahman¹

¹Universitas Krisnadwipayana Jakarta, Indonesia

galipribadi@yahoo.com^{1*}

| Received: 03/10/2023

| Revised: 08/10/2023

| Accepted: 10/10/2023

Copyright©2023 by authors, all rights reserved. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License

Abstrak

Banyaknya limbah plastik yang sudah tidak terpakai, dapat menyebabkan timbunan sampah yang sebagian tidak dapat didaur ulang, sehingga dapat berdampak buruk bagi masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Oleh sebab itu dalam penelitian ini memanfaatkan limbah sebagai campuran dalam pembuatan lapisan aus aspal beton (*Asphalt Concrete-Wearing Course*) atau biasa disingkat AC-WC. Dalam penelitian ini digunakan limbah plastik tipe *Low Density Polyethylene (LDPE)* yang banyak sekali dijumpai di lingkungan sekitar. Lapisan aspal yang digunakan merupakan Laston Lapis Aus (AC-WC) yang biasa digunakan untuk tingkat lalu lintas tinggi. Variasi kadar limbah plastik yang digunakan yakni 0%; 5%; 7,5%; 10% dari total berat aspal rencana. Aspal yang digunakan adalah aspal pen 60-70. Tahapan dalam penelitian ini meliputi uji fisik material, pengecekan spesifikasi AC-WC mengacu pada spesifikasi umum Bina Marga 2018, serta pengujian *Marshall*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode basah. Hasil dari penelitian ini ditemukan kadar aspal optimum yang digunakan sebagai campuran dengan penambahan limbah plastik LDPE, yakni kadar aspal 6,3%. Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan tingkat stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan aspal konvensional. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil pengujian menggunakan *Marshall*. nilai stabilitas rata-rata 1.884,53 kg. Dimana nilai tersebut meningkat dibanding nilai stabilitas pada campuran tanpa penambahan LDPE yakni 1.787,39 kg.

Kata kunci: Laston AC-WC, Low Density Polyethylene (LDPE), Parameter Marshall

Abstract

Waste which is a disposal material from production, both from nature and human activities that are not used, can cause heaps and piles of waste that some cannot be recycled, so that it can have a negative impact on society if it is not managed properly. Therefore, the authors use waste as a mixture in making laston or AC-WC. In this study used plastic waste type Low Density Polyethylene (LDPE) which is often found in the surrounding environment. The asphalt layer used is Laston Wearing Course (AC-WC) which is commonly used for high traffic levels. Variations in the

levels of plastic waste used are 0%; 5%; 7.5%; 10% of the total weight of the asphalt plan. The stages in this research include the physical test of the material, checking the AC-WC specifications referring to the general specifications of Bina Marga 2018, and Marshall testing. The method used in this research is the wet method. The results of this study found the optimum asphalt content used as a mixture with the addition of LDPE plastic waste, namely 6.3% asphalt content. Marshall test results show a better level of stability than conventional asphalt. This can be proven by the results of testing using Marshall. the average stability value is 1,884,53kg. Where this value increases compared to the stability value in the mixture without the addition of LDPE which is 1,787,39 kg.

Keywords: Asphalt Concrete Wearing Course, Low Density Polyethylene (LDPE), Marshall Parameters

1. Pendahuluan

Limbah merupakan bahan pembuangan dari hasil produksi, baik dari alam maupun kegiatan manusia yang tidak terpakai, sehingga dapat menyebabkan timbunan dan tumpukan limbah yang sebagian tidak dapat didaur ulang, sehingga dapat berdampak buruk bagi masyarakat jika tidak dikelola dengan baik. Oleh sebab itu diperlukannya solusi agar limbah yang ada dapat berkurang, salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah sebagai campuran dalam pembuatan laston.

Dalam perancangan konstruksi perkerasan lentur, harus mencakup perencanaan daya dukung tanah dasar, beban dan jumlah lalu lintas yang ada, serta jenis lapisan perkerasan yang dipilih. Untuk analisa campuran material perlu memperhatikan mutu dan jumlah bahan yang tersedia agar memenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang digunakan. Kemudian sistem pemeliharaan yang terencana dan tepat selama umur layan seperti system drainase (Silivia Sukirman, 1995).

Lapisan permukaan (*surface course*) terletak paling atas permukaan jalan lentur berfungsi antara lain sebagai lapis aus (*wearing course*), lapis kedap air, dan lapis penahan beban kendaraan yang menyebarkan beban ke paisean di bawahnya. Untuk mampu memenuhi fungsi di atas, lapis permukaan digunakan bahan pengikat aspal, sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan mempunyai stabilitas yang tinggi dan daya tahan yang lama. Aspal merupakan bahan utama dalam perkerasan jalan. Aspal memiliki beberapa jenis, diantaranya aspal alam, aspal keras, aspal cair, dan aspal modifikasi. Aspal memiliki sifat *viskoelastis* yaitu sifat untuk mencair pada suhu tinggi dan pada suhu rendah aspal akan memadat. Dengan memiliki sifat tersebut aspal digunakan sebagai bahan utama dalam perkerasan jalan karena dapat mengikat bahan-bahan pencampur perkerasan jalan. Perkerasan jalan yang mampu menahan beban berat lalu lintas merupakan perkerasan jalan yang baik.

Salah satu cara yang bisa digunakan untuk meningkatkan mutu aspal adalah dengan menambah bahan aditif. Salah satunya seperti polimer, plastik, arang atau dikenal dengan aspal modifikasi. Penambahan bahan polimer pada campuran aspal diharapkan dapat meningkatkan sifat-sifat fisik aspal seperti kepekaan terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional atau aspal dengan penetrasi 60/70. Disamping dapat mengurangi penggunaan kandungan kadar aspal, sehingga dapat mengurangi biaya produksi dari perkerasan aspal.

Dalam penelitian ini, menggunakan bahan aditif berasal dari limbah plastik *LDPE* (*Low Density Poly Ethylene*) sebagai bahan campuran Lapisan Aspal Beton. Sebagai mana kita ketahui bahwa suhu pencampuran dan suhu pemadatan sangatlah penting, yaitu berkisar antara 145°C - 155°C dan suhu pemadatan berkisar antara 125°C - 145°C (Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi Umum 2018). Diharapkan dari hasil pengujian penelitian ini dapat memenuhi atau dapat meningkatkan kualitas dari perkerasan jalan aspal, sehingga dapat meningkatkan umur layan rencana jalan raya. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul: “Analisis Substitusi Limbah Plastik (*LDPE*) Terhadap karakteristik *Marhall* Pada Campuran Laston AC-WC”.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium yaitu dengan mengadakan suatu percobaan langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variable-variabel yang diselidiki. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan bahan, perencanaan campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dengan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan atau standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2), 2020.

Aspal yang digunakan adalah aspal jenis AC dengan penetrasi aspal 60/70. Agregat halus (pasir) berasal dari Serpong serta agregat kasar dari Rumpin, limbah plastik kantong plastik diperoleh dari kegiatan sehari-hari seperti belanja, membeli makanan ataupun minuman. Jenis penelitian ini termasuk penelitian aspal beton (laston) dimana peneliti menggunakan limbah kantong plastik sebagai substitusi dari aspal.

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Aspal Universitas Krisnadwipayana Jalan Raya Jatiwaringin, Jatiwaringin, Pondok Gede, Bekasi, Jawa Barat, dan jangka waktu penelitian 2 (dua) bulan yaitu bulan Juni 2022 sampai dengan Juli 2022.

2.3 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan – bahan yang dibutuhkan adalah:

a. Limbah Plastik *Low Density Poly Ethilene* (LDPE)

Limbah plastik yang digunakan merupakan limbah plastik dengan tipe *Low Density Poly Ethilene* (LDPE). Limbah plastik ini kemudian dipotong hingga kecil-kecil. Limbah plastik ini diperoleh dari kegiatan sehari-hari seperti belanja, membeli makanan ataupun minuman

b. Agregat Kasar dan Agregat Halus

c. Aspal Penetrasi 60/70

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Alat Uji Aspal
- b. Alat Uji Agregat
- c. Alat Uji *Marshall*

2.4 Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material meliputi:

1. Pemeriksaan Aspal

- a. Uji penetrasi
- b. Uji titik lembek
- c. Uji titik nyala dan titik bakar
- d. Uji kehilangan berat
- e. Uji daktilitas
- f. Uji berat jenis

2. Pemeriksaan Agregat

- a. Analisa saringan
- b. Uji berat jenis
- c. Uji penyerapan terhadap air

2.5 Pembuatan Benda Uji Campuran

Tahapan dalam pembuatan benda uji meliputi:

1. Menentukan Gradasi Campuran Agregat
2. Merencanakan Campuran Aspal
3. Pembuatan Benda Uji

2.6 Pengujian *Marshall*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan (*flow*) dari campuran aspal sesuai dengan SNI 06-2489-1991.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan pada acuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Sedangkan pengujian material yang diujikan antara lain: Sifat agregat (kasar, sedang, dan halus), dan sifat fisik aspal pen. 60/70.

Tabel 1. Analisa Saringan Agregat Kasar

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)				Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (%)	Jumlah Lolos (%)
	I	II	III	RT			
1"							
3/4"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	450	570	535	518	518.33	15.29	84.71
3/8"	2315	2665	2505	2495	3013.33	88.89	11.11
no. 4	270	235	420	308	3321.67	97.98	2.02
no.8	50	45	10	35	3356.67	99.02	0.98
no. 16	5	5	0	3.33	3360.00	99.12	0.88
no. 30	5	5	0	3.33	3363.33	99.21	0.79
no. 50	5	5	0	3.33	3366.67	99.31	0.69
no. 100	4	4	0	2.67	3369.33	99.39	0.61
no. 200	13	15	17	15	3381.67	99.75	0.25
JML	3139	3139	3135	3390			

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 2. Analisa Saringan Agregat Sedang

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)				Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (%)	Jumlah Lolos (%)
	I	II	III	RT			
1"							
3/4"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no. 4	1050	1255	1160	1155	1155.00	45.53	54.47
no.8	980	720	830	843	1998.33	78.77	21.23
no. 16	165	180	115	153	2151.67	84.81	15.19
no. 30	70	30	50	50	2201.67	86.78	13.22
no. 50	35	15	30	26.7	2228.33	87.83	12.17
no. 100	24	23	19	22	2250.33	88.70	11.30
no. 200	102	99	92	97.7	2326.00	91.68	8.32
JML	2539	2538	2534	2537			

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 3. Analisa Saringan Agregat Halus

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)				Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (%)	Jumlah Lolos (%)
	I	II	III	RT			
1"							
3/4"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no. 4	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no.8	325	320	599	415	414.67	19.29	80.71
no. 16	650	635	320	535	949.67	44.18	55.82
no. 30	360	350	650	453	1403.00	65.27	34.73
no. 50	125	115	370	203	1606.33	74.72	25.28
no. 100	98	89	82	89.7	1696.00	78.90	21.10
no. 200	350	325	337	337	1943.67	90.42	9.58
JML	2158	2149	2142	2150			

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 4. Analisa Saringan Filler

No. Saringan	Berat Tertahan (gram)				Jumlah Berat Tertahan (gram)	Jumlah Tertahan (%)	Jumlah Lolos (%)
	I	II	III	RT			
1"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
1/2"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
3/8"	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no. 4	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no.8	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no. 16	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no. 30	0	0	0	0	0.00	0.00	100.00
no. 50	1.2	2.3	2.1	1.87	1.87	0.09	99.91
no. 100	15	18	15	16	17.87	0.83	99.17
no. 200	23	25.2	28.4	25.5	27.40	1.63	98.37
PAN	1647.60	1650.60	1647.60	1649	1675.70	99.98	0.02
JML	1675	1678	1675	1676			

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 5. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Berat Dalam Air (BA)	:	1858.80	gr
Berat cawan	:	179.00	gr
Berat SSD (BJ)	:	2996.20	gr
Berat kering oven + cawan	:	3131.90	gr
Berat kering oven (BK)	:	2952.90	gr
Isi / volume = BJ - BA	:	1137.400	
Berat air yang terserap = BJ - BK	:	43.300	
BJ Kering (Bulk) = BK / (BJ-BA)	:	2.596	
BJ Kering permukaan jenuh (SSD) =BJ / (BJ-BA)	:	2.634	
BJ semu (apparent) = BK / (BK-BA)	:	2.699	
Penyerapan (absorbtion) = (BJ-BK) / BK * 100%	:	1.466	%

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 6. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Berat cawan	:	65.20	gr
Berat pikno	:	260.60	gr
Berat kering permukaan jenuh (SSD)	:	760.60	gr
Berat pikno + BU + aquades = Bt	:	1577.30	gr
Berat pikno + aquades = B	:	1227.80	gr
Berat kering oven + cawan	:	507.00	gr
Berat kering oven = BK	:	441.80	gr

Isi / volume = $B + SSD - Bt$:	411.100
Berat air yang terserap = $SSD - BK$:	318.800
BJ kering (Bulk) = $BK / (B + SSD - Bt)$:	1.075
BJ kring permukaan jenuh (SSD) = $SSD / (B + SSD - Bt)$:	1.850
BJ semu (apparent) = $BK / (B + BK - Bt)$:	4.787
Penyerapan (absorption) = $((500 - BK) / BK) * 100\%$:	2.159 %

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 7. Berat Jenis dan Penyerapan Filler

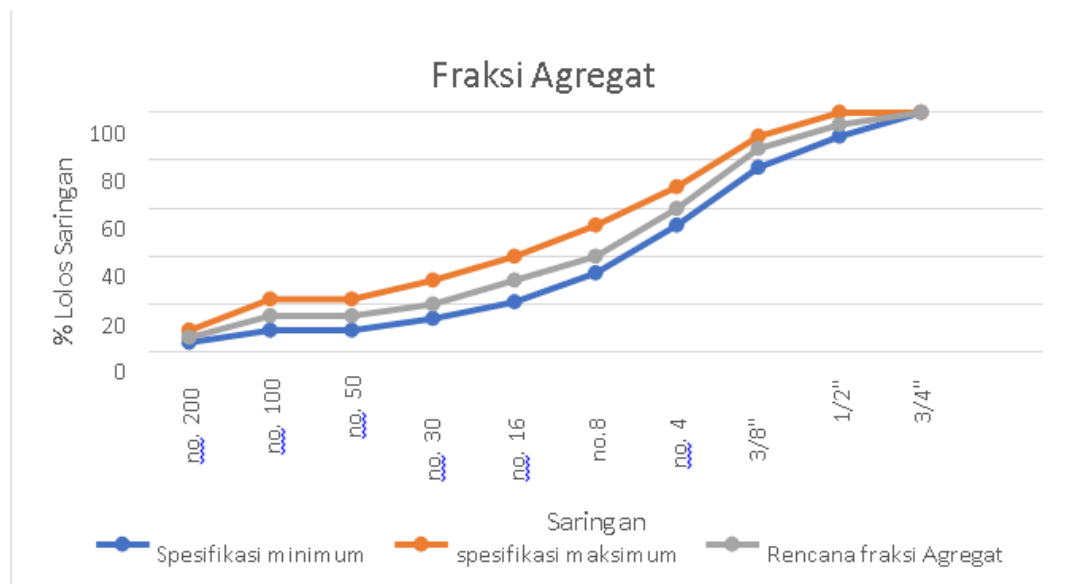
Berat pikno kosong (A)	:	60.1 gr
Berat pikno + aquades penuh (B)	:	164.9 gr
Berat pikno + filler (C)	:	147.0 gr
Berat pikno + filler + aquades (D)	:	215.0 gr
$BJ = (C - A) / ((B - A) - (D - C))$:	2.36

Sumber: Penelitian, 2022

Tabel 8. Berat Jenis Aspal

Berat pikno kosong (A)	:	64.9 gr
Berat pikno + aquades penuh (B)	:	171.8 gr
Berat pikno + bitumen (C)	:	86.5 gr
Berat pikno + bitumen + aquades (D)	:	172.4 gr
$BJ = (C - A) / ((B - A) - (D - C))$:	1.03

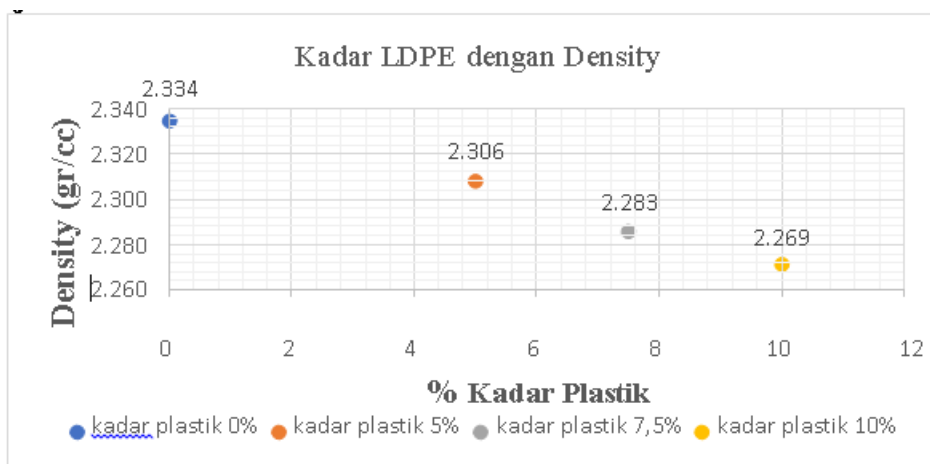
Sumber: Penelitian, 2022



Sumber: Penelitian, 2022

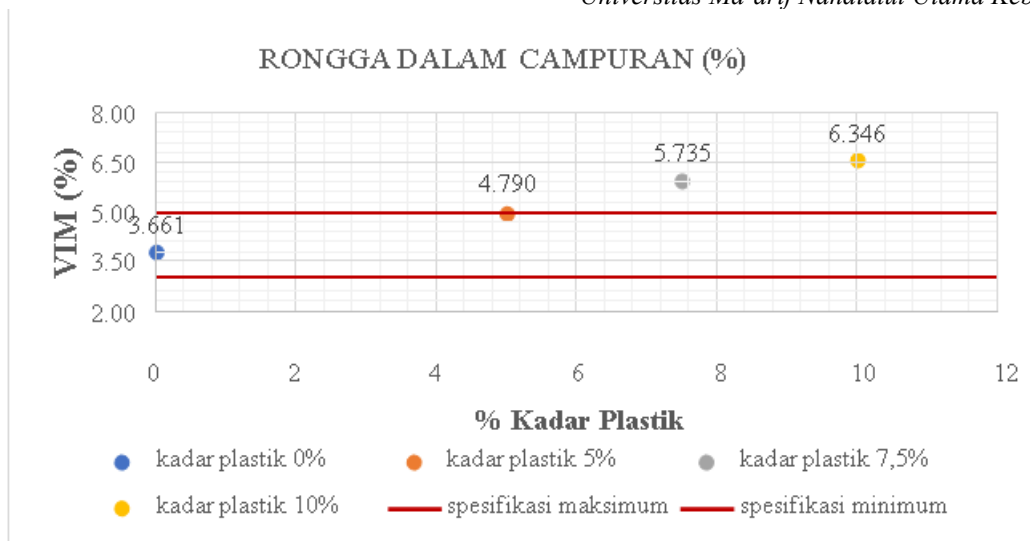
Gambar 1. Grafik Gabungan Fraksi Agregat

3.2 Hasil Pengujian Marshall



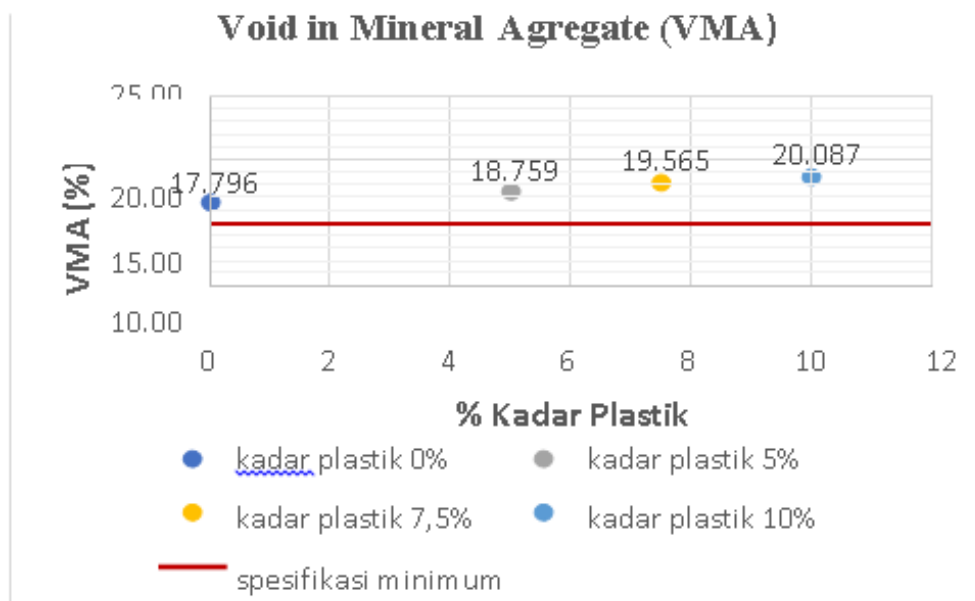
Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 2. Grafik Nilai Density dengan Penambahan LDPE



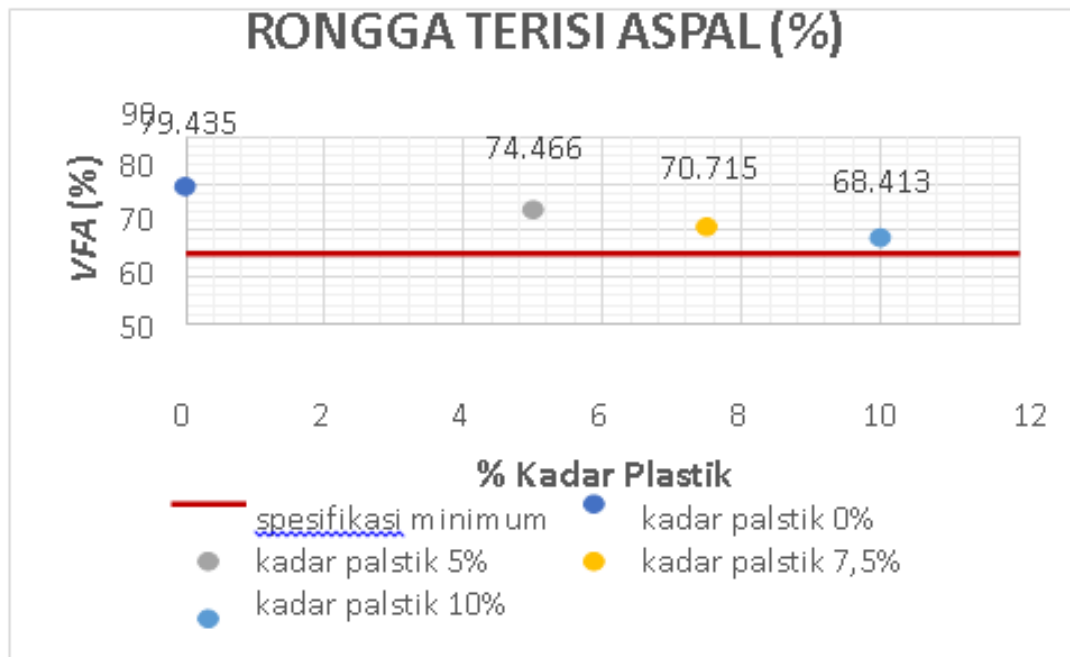
Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 3. Grafik VIM dengan Penambahan LDPE



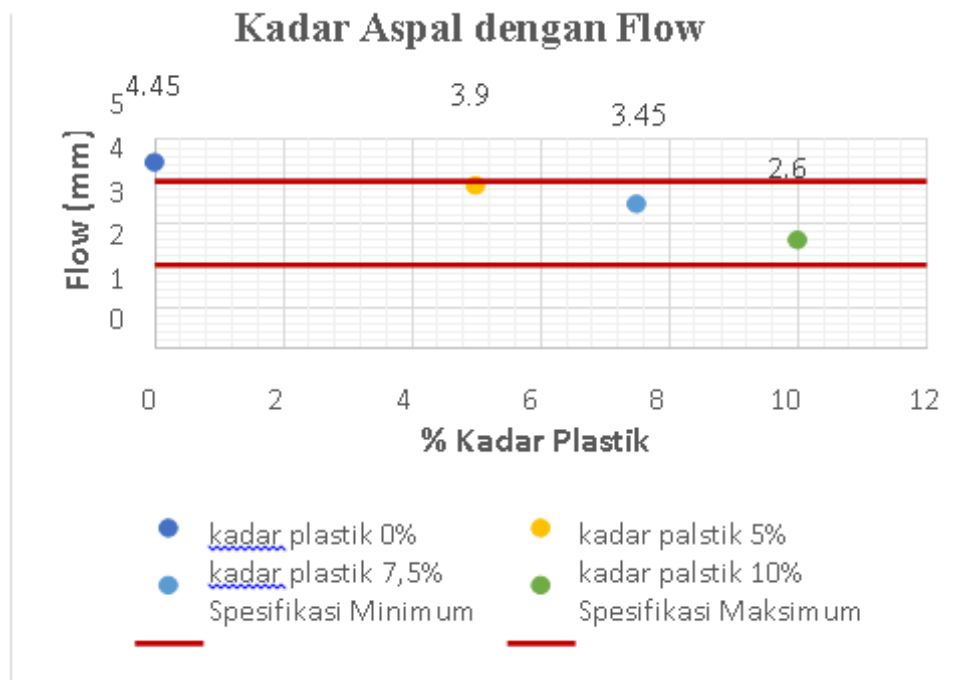
Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 4. Grafik Hasil Uji VMA



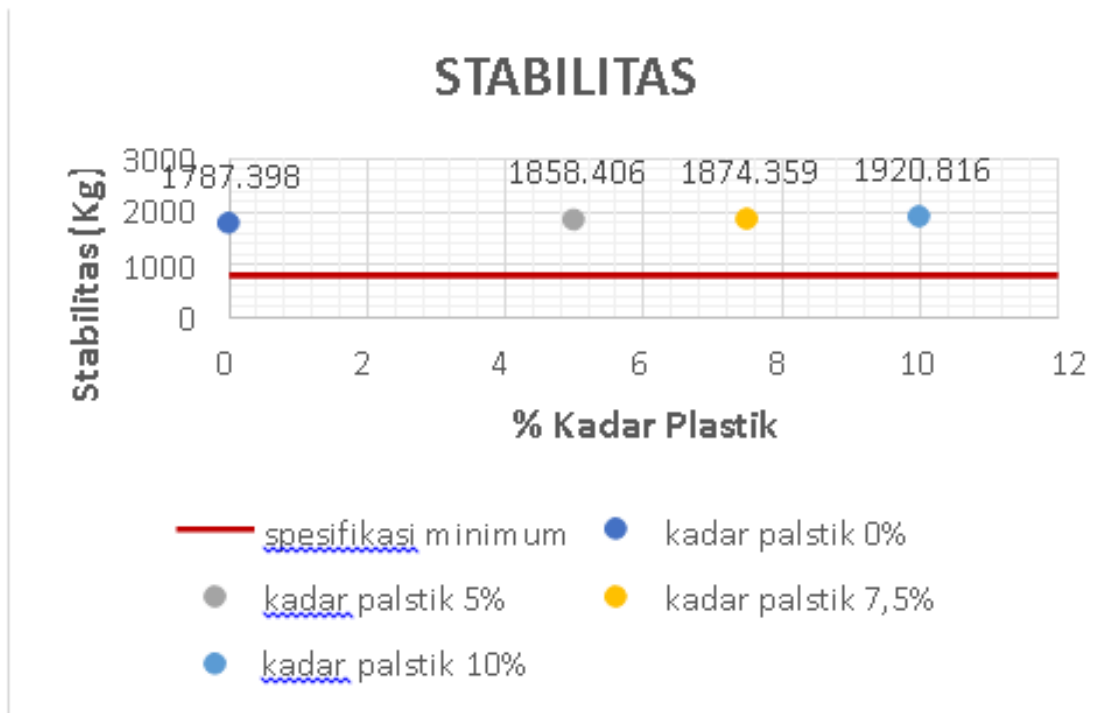
Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 5. Grafik Hasil Uji VFA



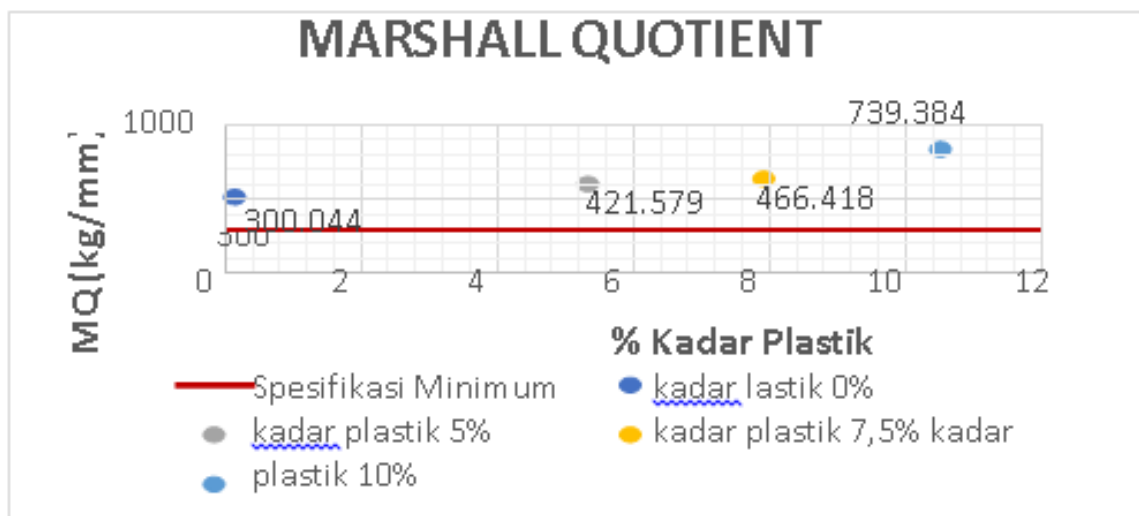
Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 6. Grafik Hasil Uji Flow



Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 7. Hasil Uji Pada Stabilitas



Sumber: Penelitian, 2022

Gambar 8. Grafik Nilai MQ Dengan Penambahan LDPE

4. Kesimpulan

Dari penelitian dapat menarik simpulan sebagai berikut, :

1. Semakin meningkatnya kadar LDPE, membuat nilai stabilitas, MQ dan VMA meningkat. Sedangkan nilai *Flow*, *Density*, VIM, VFA semakin menurun seiring

meningkatnya kadar LDPE yang digunakan dalam campuran benda uji Laston Lapis Aus AC-WC.

2. Campuran aspal pada Laston Lapis Aus AC-WC yang memenuhi sebagian besar parameter *Marshall* berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2 tahun 2020 merupakan campuran aspal dengan kadar aspal optimum 6,3% dan dengan kadar LDPE sebesar 5% dari total berat aspal.
3. Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa dengan penambahan LDPE membuat nilai VIM, VMA, Stabilitas, dan MQ meningkat jika dibandingkan dengan hasil *Marshall* tanpa penambahan LDPE. Sedangkan untuk nilai VFA, *Flow*, dan *Density* menurun jika dibandingkan dengan hasil *Marshall* tanpa penambahan LDPE

Daftar Pustaka

- Direktorat Jendral Bina Marga, D. P. (1987). *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Direktorat Jendral Bina Marga, D. P. (2002). *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*. Jakarta: Pemukiman dan Prasarana.
- Direktorat Jendral Bina Marga, D. P. (2010). *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)*. Jakarta: Yayasan
- Direktorat Jendral Bina Marga, K. P. (2020). *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (revisi 2)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- 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.
- Habibi, M. F. (2018). Penggunaan Limbah Botol Plastik Terhadap Karakteristik Lapisan Aspal Beton (Laston).
- Hardiyatmo, H. C. (2016). *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah Edisi Ke-3*. Gadjah Mada University Press.
- Penerbit PU.
- Pratama, N. Y., Widodo, S., & Sulandari, E. (2018). Pengaruh Penggunaan Sampah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Lapis Aspal Beton (Laston).
- Rahmawati, A., Rosyada, M. A., & Nega, P. (2015). Perbandingan Pengaruh Penambahan Plastik High Density Polyetilene (Hdpe) Dalam Laston-Wc Dan Lataston-Wc Terhadap Karakteristik Marshall.
- Saodang, H. (2004). *Konstruksi jalan raya buku I: geometrik jalan*. Bandung: Nova.
- Soedarsono, I. D. (1979). *Konstruksi Jalan Raya*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Sukirman, S. (1999). *PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA*. NOVA.
- Sukirman, S. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.

- Suroso, T. W. (2008). Pengaruh Penambahan Plastik Ldpe (*Low Density Poly Ethilen*) Cara Basah Dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal.
- Susilowati, A., Wiyono, E., & Pratikto. (2021, Oktober). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal Campuran Panas. *Bangun Rekaprima*, 07(2), 15-23.
- Utomo, S. T. (2020). Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethilene (Ldpe) Dan Limbah Karet Ban Dalam Pada Campuran Lataston Lapis Pondasi (Hrs-Base) Terhadap Karakteristik Marshall.
- Wahjoedi. (2009, Juli). Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) pada Campuran Butonite Mastic Asphalt (BMA). *Teknik Sipil dan Perencanaan*, 11(2), 121 - 130.
- Wantoro, W., Kusumaningrum, D., Setiadji, B. H., & Kushardjoko, W. (2013). Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene (Ldpe) Terhadap Kinerja Campuran Beraspal