

PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH PELASTIK LPDE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) 2% TERHADAP KADAR AIR OPTIMUM DAN STABILITAS ASPAL AC-BC

Silsila Jana Firdasa Sembiring^{1*}, Bangun Marpaung¹, Dwiki Setiawan¹, Nur Satria Firmansyah¹, Muhamad Junaidi¹, Sandi Ardiansah¹, Samsul Muarif¹, Dicky Syafrudin¹, Mildatun Kamila¹, David Juanto¹, Rahayu Putri Amalia²

¹Teknik Sipil, Teknik dan Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

²Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Teknik, Politeknik Negeri Lampung

*Email koresponding: silsila@uta45jakarta.ac.id

Abstrak

Limbah Plastik merupakan sampah anorganik yang sulit untuk terurai sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah plastik yang tak terkelola dapat dimanfaatkan dalam proses pembangunan konstruksi sehingga dapat mengurangi tumpukan sampah dan pencemaran lingkungan yang terjadi. Salah satu konstruksi dengan penambahan substansi plastik yaitu jalan beraspal. Dilakukan penelitian mengenai substitusi material LPDE (*Low Density Polyethylene*) sebanyak 2% terhadap aspal jenis AC-BC. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa metode eksperimental dengan membuat sampel sebanyak 4 buah dengan kadar aspal yang berbeda. Sampel I menggunakan kadar aspal 4%, Sampel II 6%, Sampel III 8% dan Sampel IV 6% dengan substansi LPDE (*Low Density Polyethylene*) 2%. Hasil yang didapat dengan penambahan plastik LPDE pada campuran aspal dapat meningkatkan stabilitas sebesar 40% dan MQ (*Marshall Quotient*) sebesar 36,3%. Pada pengujian Kadar Air Optimum persentase nilai VIM dan VMA menggunakan LPDE 2% mengalami kenaikan sedangkan nilai VFA mengalami penurunan. Oleh karena itu campuran aspal AC-BC dengan penambahan plastik LPDE cukup baik digunakan dan dapat diterapkan menjadi konstruksi yang ramah lingkungan.

Kata kunci: Aspal, Limbah Plastik (LPDE), Kadar Aspal, Stabilitas, Kadar Air Optimum

Abstract

Plastic waste is inorganic waste that is difficult to decompose so that it can cause environmental pollution. Unmanaged plastic waste can be utilized in the construction process so that it can unravel the piles of garbage and environmental pollution that occur. One of the constructions with the addition of plastic substance is paved roads. Research was conducted on the substitution of LPDE (*Low Density Polyethylene*) material as much as 2% of AC-BC type asphalt. The method used in this research is an experimental method by making 4 samples with different asphalt content. Sample I uses 4% asphalt content, Sample II 6%, Sample III 8% and Sample IV 6% with 2% LPDE (*Low Density Polyethylene*) substance. The results obtained by adding LPDE plastic to the asphalt mixture can increase stability by 40% and MQ (*Marshall Quotient*) by 36.3%. In the Optimum Water Content test, the percentage of VIM and VMA values using LPDE 2% increased while the VFA value decreased. Therefore, AC-BC asphalt mixture with the addition of LPDE plastic is quite good to use and can be applied to be an environmentally friendly construction.

Keywords: Asphalt, Waste Plastic (LPDE), Asphalt Content, Stability, Optimum Water Content

1. PENDAHULUAN

Limbah Plastik merupakan sampah anorganik yang sulit untuk terurai sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah plastik membutuhkan waktu penguraian oleh tanah berjuta tahun lamanya (Yani et al., 2021). Dikarenakan penguraian plastik yang lama membuat hal tersebut menumpuk di tempat pembuangan akhir dan mencemari ekosistem darat maupun laut serta mengancam kesehatan lingkungan (Nizar et al., 2025). Timbunan sampah plastik sebesar di Indonesia 33.777.209,25 ton/ tahun dengan sampah terkelola 59,88% dan tak terkelola 40,12% (Kehutanan et al., 2024). Sampah tak terkelola dapat dimanfaatkan dalam proses pembangunan konstruksi sehingga dapat mengurangi tumpukan sampah dan pencemaran lingkungan yang terjadi. Salah satu konstruksi dengan penambahan substansi plastik yaitu jalan beraspal. Penambahan substansi sampah plastik dapat meningkatkan stabilitas aspal (Pranata Siregar & Jiwa Osly, 2023).

Aspal dengan substansi plastik memiliki viskositas yang berbeda-beda tergantung dengan jenis plastik yang digunakan yang digunakan (Ma et al., 2016). Semakin rendah viskositasnya maka aspal akan menjadi cair dan mudah untuk dibentuk dengan agregat. Sedangkan jika viskositasnya tinggi maka dapat membuat aspal lebih kental dan sulit mengalir, namun ini bisa membantu dalam pemadatan campuran aspal karena aspal tidak mudah mengalir keluar dari rongga-rongga agregat (Senduk et al., 2015).

LPDE (*Low Density Polyethylene*) adalah jenis plastik yang digunakan dalam pembuatan botol plastik, kantong plastik, gelas plastik dan sejenisnya yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. LPDE (*Low Density Polyethylene*) memiliki sifat tahan terhadap temperatur yang cukup tinggi dan memiliki viskositas yang tinggi (Cahmulan et al., 2023). Sifat dari LPDE ini sangat baik jika disubstitusikan terhadap aspal. Sehingga dapat meningkatkan viskositas dan juga stabilitas dari aspal tersebut. Lapisan AC- BC pada aspal sangat mempengaruhi ikatan antara lapisan fondasi dan permukaan jalan aspal, sehingga membutuhkan stabilitas dan kelekatan yang tinggi (Antoni & Rita, 2018).

Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian mengenai substitusi material LPDE (*Low Density Polyethylene*) sebanyak 2% terhadap aspal jenis AC-BC. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa metode eksperimental dengan membuat sampel sebanyak 4 buah dengan kadar aspal yang berbeda. Sampel 1 menggunakan Pb-2, Sampel II Pb 6, Sampel III Pb +2 dan Sampel IV Pb dengan substansi LPDE 2%. Sampel- sampel tersebut akan dilakukan *Uji Marshall* yang bertujuan untuk mengukur daya tahan campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis dari campuran aspal agregat (Sulianti et al., 2019). Tujuan dari penelitian ini untuk melihat karakteristik aspal terhadap penambahan kadar aspal 4%, 6%, 8% dan LPDE (*Low Density Polyethylene*) 2%.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan uji sampel AC-BC Aspal. Pembuatan sampel dilakukan sebanyak 4 buah. Empat sampel digunakan pada penelitian ini dengan kadar aspal yang berbeda beda. Sampel 1 Pb-2, Sampel II Pb, Sampel III Pb+2 dan Sampel IV Pb dengan penambahan plastik 2%. Agregat yang digunakan pada sampel berupa CA 45%, FA 48%, dan FF 7% menggunakan *fly ash*. Penentuan Pb aspal dapat dihitung menggunakan persamaan (1) (Bina Marga, 2018):

$$pb = (0,035 \times CA \%) + (0,045 \times FA \%) + (0,18 \times FF \%) + k \dots\dots\dots(1)$$

Dengan CA, FA dan FF merupakan persentase agregat kasar, halus dan filler yang dihitung sesuai dengan batasan AC-BC. Diperoleh hasil Pb 6% sehingga pembuatan sampel dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Sampel *Uji Marshall* Aspal AC-BC

Jenis Sampel	Kadar Aspal (%)	Penambahan LPDE (%)
1	4	-
2	6	-
3	8	-
4	6	2

2.1 Perhitungan Kebutuhan CA, FA, FF, dan Kadar Aspal Per-Sampel

Dilakukan rancangan kebutuhan agregat dan aspal dengan jumlah total agregat per sampel sebesar 1500 gr. Perhitungan dilakukan dalam bentuk gr agar bahan dapat ditimbang sesuai dengan ketentuan kadar aspal , CA, FA, dan FF di setiap sampelnya. Pada filler digunakan material *fly ash* agar dapat mengisi kekosongan pada rongga yang ada (Wenur et al., 2023). Persentase yang digunakan CA 45%, FA 48% dan FF 7%. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Kebutuhan CA, FA dan FF

Jenis Sampel	Kadar Aspal + plastik (%)	Kadar Aspal+ Plastik (gr)	CA (gr)	FA (gr)	FF (gr)
1	4	60	648	691,2	100,8
2	6	90	634,5	676,8	98,7
3	8	120	621	662,4	96,6
4	6+2	90+30	621	662,4	96,6

2.2 Persiapan Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sampel aspal AC-BC dengan kadar aspal yang bervariasi:



Gambar 1. Persiapan Bahan CA,FA,FF, Aspal dan Plastik

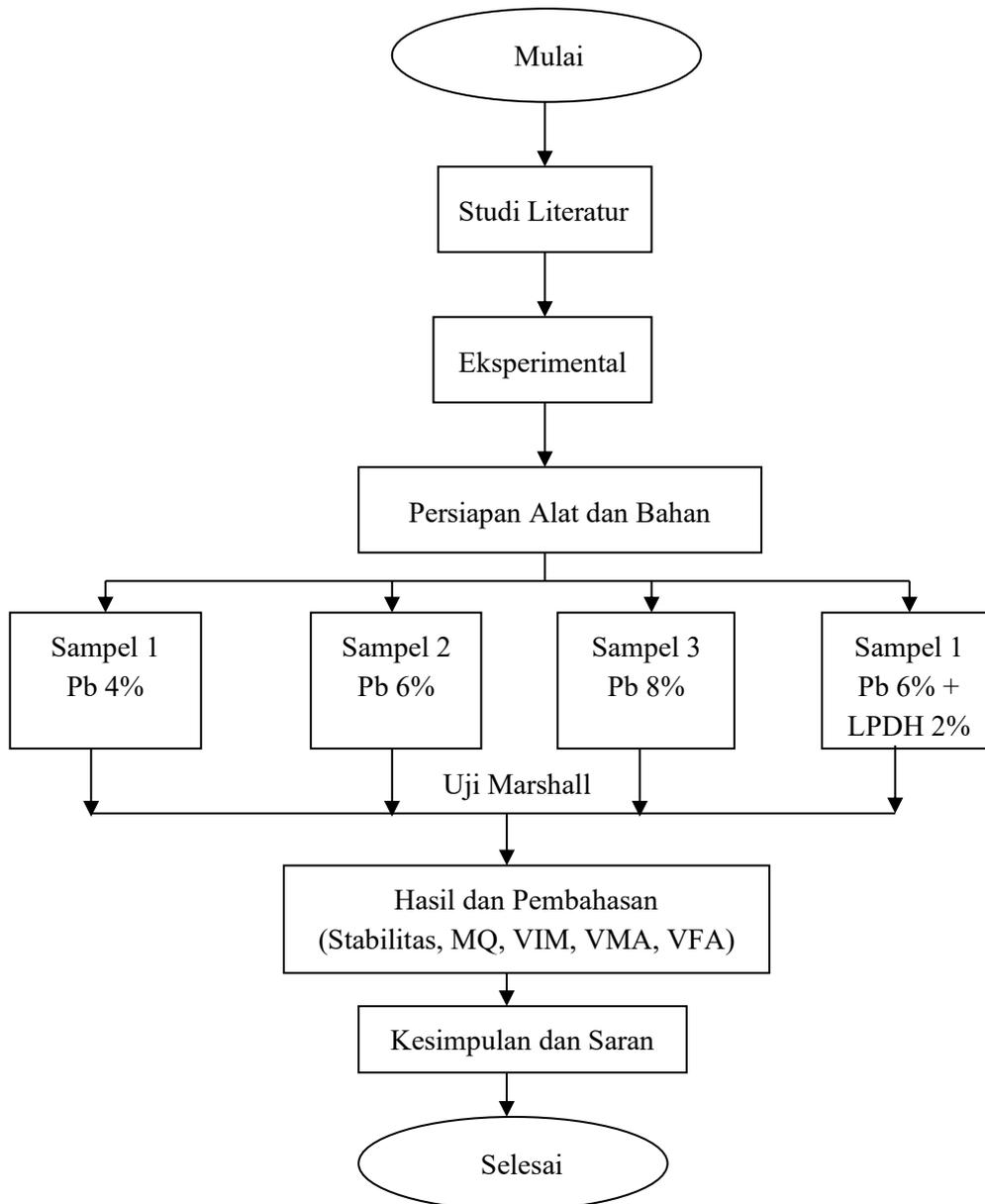


Gambar 2. Persiapan Alat Pembuat Sampel¹ dan Alat Uji Marshall²
(¹ a,b,c,d,e. ²f)



Gambar 3. Sampel I, II, III, IV

2.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

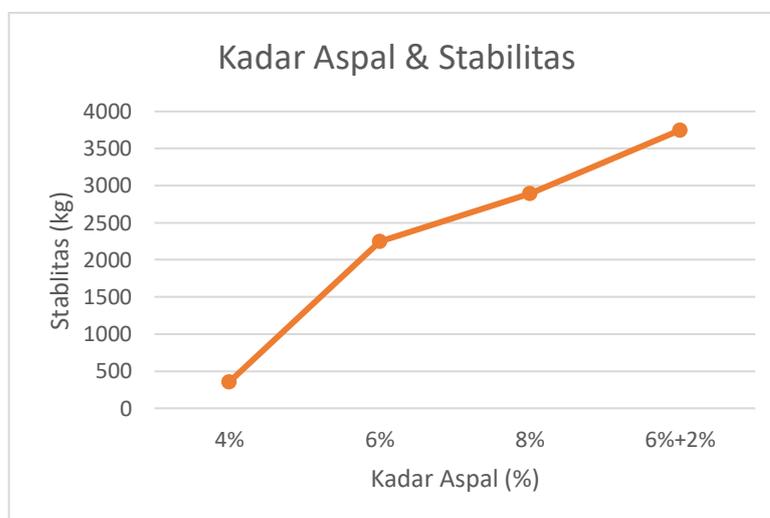
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian dengan menggunakan alat Marshall dapat dilihat pada Tabel 3. Semakin besar penambahan kadar aspal maka akan semakin besar nilai stabilitas dan MQ. Sebaliknya jika kadar aspal meningkat maka akan semakin menurun nilai *flow* aspalnya (Widianty et al., 2018).

Tabel 3. Hasil Perhitungan VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan MQ.

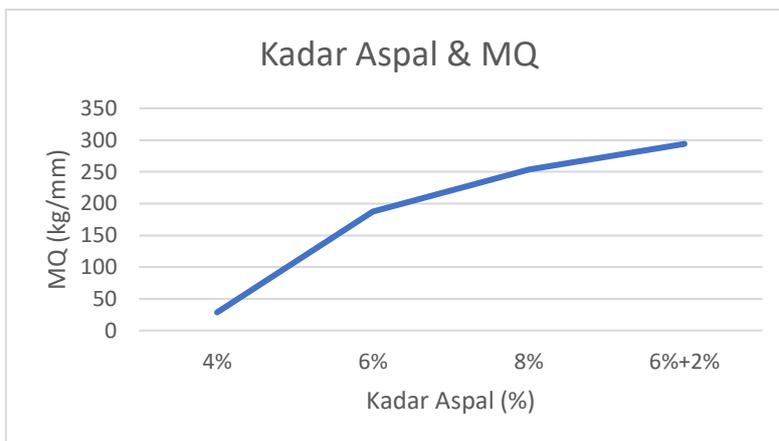
Sampel	Kadar Aspal (%)	Stabilitas				Flow (mm)	MQ (kg/mm)
		Bacaan Dial	Stabilitas	Faktor Koreksi	Koreksi (kg)		
1	4	60	464,58	0,77	357,7266	12,5	28,6181
2	6	354	2741,022	0,82	2247,6380	12	187,3032
3	8	385	2981,055	0,97	2891,6233	11,4	253,6512
4	6+2	532	4119,276	0,91	3748,5412	12,75	294,0032

Pengujian stabilitas ini dilakukan guna mengukur daya tahan campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis dari campuran aspal agregat (Sulianti et al., 2019). Dari hasil Tabel 3 selain peningkatan kadar aspal dapat meningkatkan stabilitas dan MQ (*Marshall Quotient*), penambahan plastik LPDE (*Low Density Polyethylene*) 2% dapat meningkatkan stabilitas aspal dan MQ (*Marshall Quotient*). Perbandingan peningkatan nilai stabilitas pada sampel 2 (tidak menggunakan plastik LPDE) dengan sampel 4 (menggunakan plastik LPDE) sebesar 40%. Peningkatan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Peningkatan Stabilitas Terhadap Kadar Aspal

Perbandingan peningkatan nilai MQ (*Marshall Quotient*), pada sampel 2 (tidak menggunakan plastik LPDE) dengan sampel 4 (menggunakan plastik LPDE) sebesar 36,3% . Peningkatan ini dapat dilihat pada Gambar 6.



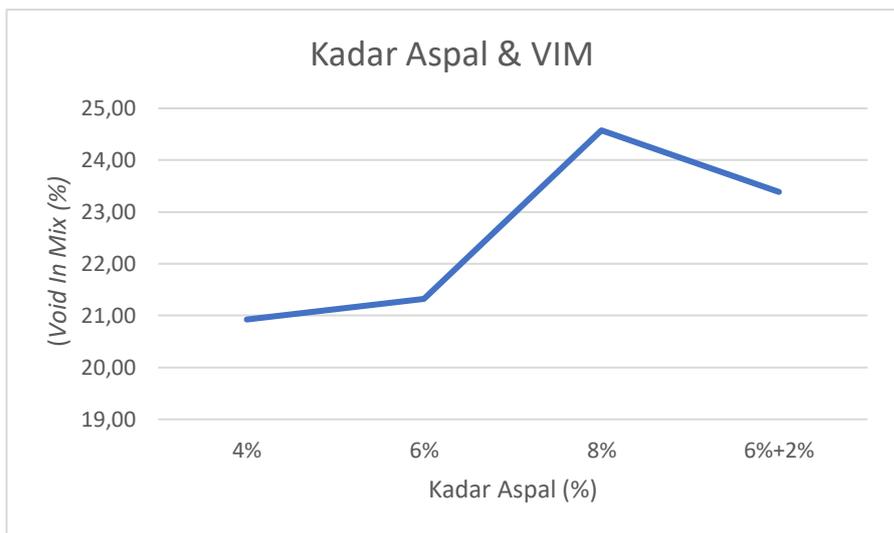
Gambar 6. Grafik Peningkatan MQ (*Marshall Quotient*) Terhadap Kadar Air.

Peningkatan stabilitas dan MQ berpengaruh terhadap kualitas aspal saat digunakan. Apabila nilai stabilitas dan Marshall Quotient (MQ) meningkat, maka campuran aspal akan menjadi lebih kaku dan memiliki kemampuan menahan beban yang lebih baik. Meningkatnya nilai stabilitas menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan beban tanpa deformasi yang signifikan, sementara MQ mengindikasikan kekakuan campuran (Efendy, 2019). Selain nilai Stabilitas dan MQ penelitian ini pun mengidentifikasi faktor VIM (*Void In Mix*), VMA (*Void in Mineral Aggregate*) dan VFA (*Void Filled with Asphalt*) terhadap pengaruh penambahan plastik dan kadar aspal. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan VIM, VMA dan VFA

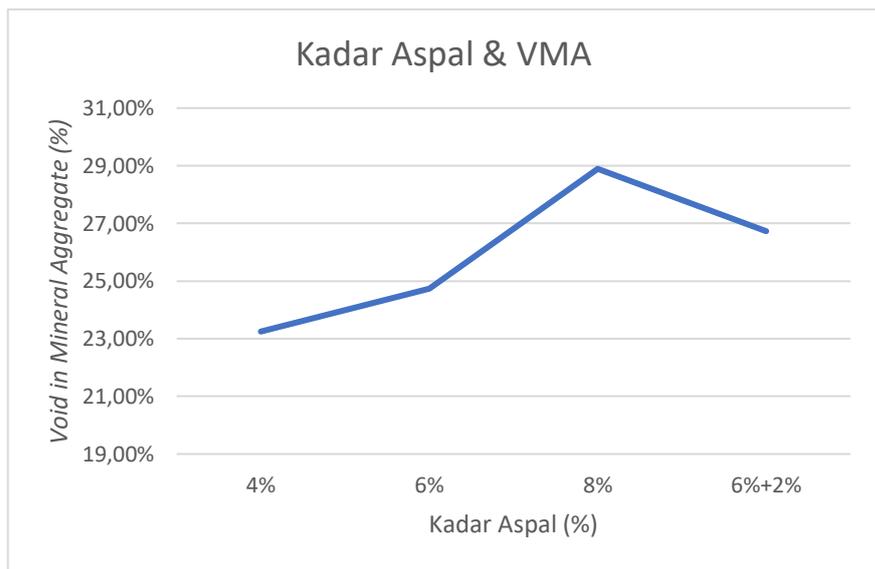
Sampel	Kadar Aspal (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)
1	4	20,93	23,25	25,53
2	6	21,32	24,74	35,28
3	8	24,58	28,89	38,07
4	6+2	23,39	26,72	31,81

Pada tabel 4. Dapat disimpulkan semakin banyak penambahan kadar aspal pada suatu campuran maka persentase VIM, VMA, dan VFA. VIM merupakan persentase volume rongga udara yang ada di dalam campuran aspal secara keseluruhan. Rongga ini terbentuk karena adanya ruang kosong antara butir agregat dan aspal setelah proses pemadatan. Persentase VIM (*Void In Mix*) dikatakan baik apabila lebih dari 3-5% (Bina Marga, 2018). Pada Gambar 7 nilai VIM tertinggi berada pada kadar aspal 8% dan persentase VIM yang menggunakan LPDE (sampel 4) lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menggunakan LPDE (sampel 2). Seiring bertambahnya kadar aspal dan penambahan LPDE maka nilai VIM menjadi semakin tinggi. Hal ini dikarenakan ada rongga yang terisi oleh aspal dan menyebabkan campuran aspal menjadi padat (Wardana et al., 2020).



Gambar 7. Garfik Perbandingan VIM Terhadap Kadar Aspal

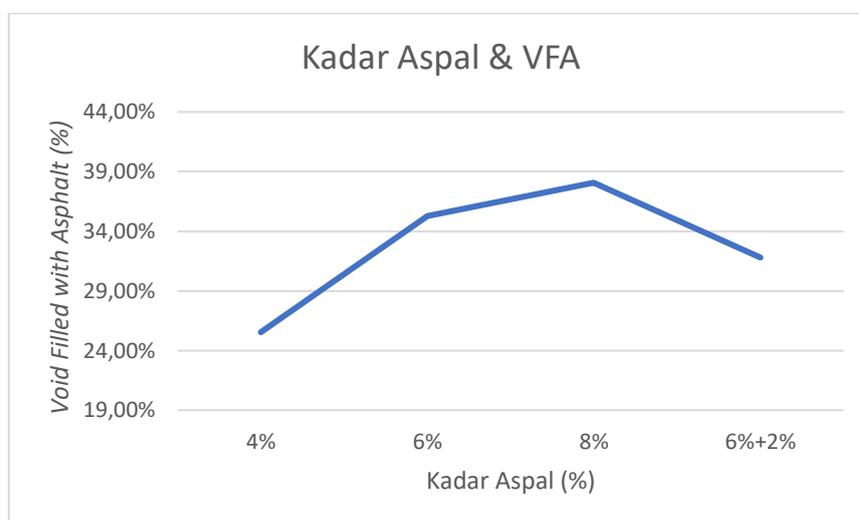
VMA (*Void in Mineral Aggregate*) merupakan volume rongga yang ada di antara butir agregat mineral dalam campuran aspal. Rongga ini merupakan ruang kosong di antara agregat, dan aspal akan mengisi ruang ini saat campuran dipadatkan. Dikatakan baik apabila persentase VMA lebih dari 15% (Bina Marga, 2018). Pada Gambar 8 Persentase VMA tertinggi berada pada kadar aspal 8% yaitu 28,89% dan persentase VMA dengan LPDE (sampel 4) lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menggunakan LPDE (sampel 2). VMA yang cukup besar memungkinkan aspal untuk mengisi ruang tersebut, sehingga memberikan ikatan yang kuat antara agregat (Wantoro et al., 2013). Oleh karena itu penambahan material plastik LPDE 2% dapat meningkatkan nilai VMA pada campuran aspal.



Gambar 8. Grafik Perbandingan VMA Terhadap Kadar Aspal

VFA (*Void Filled with Asphalt*) merupakan persentase volume rongga diantara agregat mineral yang terisi aspal. Ini menunjukkan seberapa banyak ruang kosong diantara agregat yang diisi oleh aspal. Dikatakan baik apabila persentase VFA lebih dari 65% (Bina Marga, 2018). Nilai VFA dipengaruhi jumlah tumbukan dan suhu saat campuran aspal dipadatkan, gradasi agregat dan banyaknya kadar aspal. Dalam penelitian ini nilai VFA tidak memenuhi standar yang berlaku, dikarenakan dalam pembuatan sampel AC-BC menggunakan agregat bergradasi *Unifom* sehingga banyaknya rongga diantara butir agregat. Nilai VFA yang terlalu kecil akan menyebabkan kurang kedapnya campuran terhadap air dan udara karena lapisan aspal akan menjadi berkurang sehingga

menyebabkan campuran aspal menjadi mudah retak jika menerima beban yang semakin berat sehingga tidak tahan lama (Wardana et al., 2020). Pada Gambar 9 persentase VFA paling tinggi berada dikadar aspal 8% yaitu sebesar 38,07% dan persentase VFA menggunakan LPDE (sampel 4) lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak menggunakan LPDE (sampel 2). Aspal yang ditambahkan dengan campuran LPDH 2%, ketika dipanaskan bersamaan maka aspal akan semakin mengental. Oleh karena itu hal ini dapat menyebabkan ketidaksempurnaan campuran akibat pengentalan tersebut, sehingga aspal yang menggunakan LPDE persentase VFANYa akan semakin menurun.



Gambar 9. . Grafik Perbandingan VFA Terhadap Kadar Aspal

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar aspal dapat meningkatkan nilai stabilitas, MQ, VIM, VMA, dan VFA. Dan penambahan campuran aspal dengan plastik LPDE 2% dapat meningkatkan stabilitas sebesar 40% dan MQ (*Marshall Quotient*) sebesar 36,3%. Persentase VIM (Void in Mineral Aggregate) dan VMA (Void of Mineral Aggregate) menggunakan plastik LPDH 2% mengalami kenaikan dikarenakan rongga yang terisi oleh aspal dan menyebabkan campuran aspal menjadi padat dan ikatan agregat yang kuat. Sedangkan persentase VFA (Void Filled with Asphalt) mengalami penurunan dikarenakan aspal yang dicampurkan dengan plastik LPDE 2% mengalami pengentalan, dan gradasi agregat yang digunakan seragam, sehingga rongga pada campuran aspal AB-BC cukup banyak. Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk menambahkan sampel dengan menggunakan LPDH 2% dengan kadar aspal yang beragam, sehingga mendapatkan perbandingan dapat lebih akurat. Selain itu gunakan gradasi agregat yang rapat agar rongga yang terbentuk hanya sedikit. Berdasarkan penelitian ini campuran aspal AC-BC dengan penambahan plastik LPDE cukup baik digunakan, sehingga dapat diterapkan menjadi konstruksi yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, A. Z., & Rita, E. (2018). *SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK JENIS LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) PADA CAMPURAN ASPAL BETON JENIS AC-WC TERHADAP KARAKTERISTIK*. 5–8.
- Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum 2018. In *Direktorat Jendral Bina Marga* (Issue Revisi 3).
- Cahmulan, S., Basuki, Suyatno, & Warsiyah. (2023). Pemanfaatan Sampah Plastik Domestik (LDPE) untuk Bahan Campuran Pembuatan Batako. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 23(1), 62–71.
- Efendy, A. (2019). *Analisis Uji Ketahanan Deformasi (CREEP) Campuran Aspal Beton Dengan Penggunaan Fly Ash Sebagai Agregat Buatan Geopolimer Untuk Perkerasn Surface Runway*.

- <http://repository.its.ac.id/id/eprint/62764>
- Kehutanan, K. L. H. dan, Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, L. dan B., & Sampah, D. P. (2024). *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Ma, T., Zhao, Y., Huang, X., & Zhang, Y. (2016). Characteristics of desulfurized rubber asphalt and mixture. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(4), 1347–1355. <https://doi.org/10.1007/s12205-015-1195-1>
- Nizar, M., Putra, A., Zahrani, N. A., Zahra, T. A., Bella, B. C., Hariyadi, A. G., Fadhila, D. S., Akrom, S., Abiyyu, A., Rini, R., & Firdausi, K. (2025). Sampah Plastik sebagai Ancaman terhadap Lingkungan. *Aktivisme : Jurnal Ilmu Pendidikan, Politik Dan Sosial Indonesia*, 2(1), 154–165.
- Pranata Siregar, Y., & Jiwa Osly, P. (2023). ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL (AC-WC) DENGAN LIMBAH PLASTIK LOW DENSITY POLYETHYLENE (Analysis Of Characteristics Of Asphalt Mixture (AC-WC) With Low Density Polyethylene Plastic Waste). *Jurnal Artesis*, 3(2), 225–232.
- Senduk, N. L., Kaseke, O. H., & Sendow, T. K. (2015). PENGARUH VISKOSITAS ASPAL DAN DAMPAKNYA TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL. *Jurnal Sipil Statik*, 3(1), 77–84.
file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/jm_jss,+JSS030109+Novita+Lucia+Senduk+090211010.pdf
- Sulianti, I., Harnawansyah, M. S., Putri, M. A., & Chudori, A. H. (2019). Pengaruh Limbah Plastik LDPE Terhadap Campuran Asphalt Concrete–Base Course (AC–BC) Dengan Metode Marshall. *Jurnal Pilar*, 21–28. <https://www.jurnal.polsri.ac.id/index.php/pilar/article/view/1903>
- Wantoro, W., Kusumaningrum, D., Setiadji, B. H., Kushardjoko, W., Sipil, J. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2013). Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylene (Ldpe) Terhadap Kinerja Campuran Beraspal. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(4), 1–16. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/3954>
- Wardana, H. W., Mahardi, P., & Risdianto, Y. (2020). Penentuan kadar aspal optimum (KAO) dalam campuran asphalt concrete-wearing course (AC-WC) dengan limbah beton sebagai pengganti agregat. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(2). <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/23/article/view/34680>
- Wenur, K. R., Palenewen, S. C. N., & Waani, J. E. (2023). Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Filler Fly Ash Batu Bara Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lataston Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC). *Tekno*, 21(85), 805–814. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/49249>
- Widianty, D., Wahyudi, M., & Setiawan, A. (2018). Kinerja Campuran Beton Aspal Wearing Course Dengan Tambahan Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang. *Spektrum Sipil*, 5(1), 11–22.
- Yani, A., Nuhardin, I., Septiani, M., Fitria, F., Irianto, I., & Ratnawati, R. (2021). Penyuluhan dan Pelatihan Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Untuk Mengatasi Sampah Plastik Di Kota Bontang. *Jurnal Pengabdian Ahmad Yani*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.53620/pay.v1i1.17>