

**KARAKTERISTIK CAMPURAN LAPISAN AUS ASPAL BETON (AC-WC)
DENGAN PENAMBAHAN KADAR VARIASI CAMPURAN
PLASTIK HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)
MENGUNAKAN METODE BASAH**

Ahmad Syamsudin^{1*}, Ibnu Sholichin¹

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "VETERAN" Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya No.1 Surabaya. Telp/fax: 0623-18706369

*email: ahmadsyamsuddin136@gmail.com

ABSTRAK

Penanganan sampah di Indonesia masih menjadi masalah, di sisi lain juga terjadi kenaikan penduduk yang ditandai dengan meningkatnya volume lalu lintas. Hal tersebut dapat memicu kerusakan dini pada lapisan jalan akibat beban yang ditumpu bertambah. Dibutuhkan inovasi yang dapat mengurangi sampah plastik sebagai bahan campuran pada aspal. Penulis menambahkan bahan aditif berupa bijih plastik daur ulang jenis HDPE pada lapisan aspal jenis AC-WC. Sedangkan kandungan HDPE berkisar 0%-10% dengan interval 2% dibandingkan dengan berat KAO, yang dicampurkan menggunakan metode basah. Dari variasi nilai KAO yang digunakan, dengan analisis parameter *Marshall* ditentukan nilai yang optimum adalah sebesar 7,31%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar HDPE optimum berkisar 3%-9%. Ditetapkan kadar HDPE optimum dari penelitian sebesar 6%, dihitung dari nilai tengah kadar HDPE optimum. Pengaruh kandungan HDPE pada campuran AC-WC meningkatkan nilai karakteristik *Marshall* dan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hal ini menunjukkan bahwa bijih HDPE dari hasil daur ulang sampah layak menjadi bahan alternatif perkerasan jalan dan sebagai upaya dalam menangani permasalahan sampah di Indonesia.

Kata kunci: HDPE, Metode Basah, *Marshall*

ABSTRACT

Waste management in Indonesia is still a problem, on the other hand there is also an increase in population which is marked by an increase in traffic volume. This can trigger premature damage to the road layer due to the increased load being supported. Innovation is needed that can reduce plastic waste as a mixture in asphalt. The author added additives in the form of HDPE type recycled plastic ore to the AC-WC type asphalt layer. Meanwhile, the HDPE content ranges from 0% -10% with an interval of 2% compared to the weight of KAO, which is mixed using the wet method. From the variations in KAO values used, using *Marshall* parameter analysis, the optimum value was determined to be 7.31%. The research results show that the optimum HDPE content is around 3% -9%. The optimum HDPE content from the research was determined to be 6%, calculated from the median value of the optimum HDPE content. The effect of HDPE content in the AC-WC mixture increases the *Marshall* characteristic value and meets the requirements of the 2018 General Bina Marga Specifications. This shows that HDPE ore from waste recycling is suitable as an alternative material for road pavement and as an effort to deal with waste problems in Indonesia.

Keywords: HDPE, Wet Method, *Marshall*

PENDAHULUAN

Plastik dianggap sebagai salah satu penemuan industri paling signifikan pada era ini karena sifatnya yang sangat baik, sehingga cocok untuk banyak aplikasi manufaktur (Zair *et al.*, 2021). Tidak dapat dipungkiri dewasa ini plastik digunakan berbagai keperluan dan akan terus digunakan. Plastik merupakan polimer yang mempunyai keunggulan yaitu sifat kuat tapi ringan, tidak karatan dan bersifat termoplastis serta dapat diberi warna (Mudjanarko *et al.*, 2019). Hal ini merupakan alasan plastik sampai saat ini masih digunakan. Apabila penggunaan plastik tidak diimbangi dengan pengolahan limbah plastik dan juga membatasi penggunaannya maka akan timbul pencemaran lingkungan.

Senyawa organik ini sulit terurai di lingkungan dan membutuhkan waktu yang lama untuk terurai. Pengolahan sampah plastik menjadi masalah yang tidak dapat diatasi oleh hampir beberapa negara di kawasan Asia (Nawir & Mansur, 2021). Indonesia sebagai penyumbang terbesar kedua sampah plastik ke laut, setelah China. Setidaknya 16 persen sampah plastik di lautan berasal dari Indonesia (Jambeck *et al.*, 2015). Dengan demikian dari pendapat yang telah diuraikan sebelumnya diharapkan Indonesia dapat mengurangi penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari, agar tidak menimbulkan pencemaran yang berkelanjutan di lingkungan.

Selain itu, dua dekade terakhir ini terjadi kenaikan jumlah penduduk di Indonesia. Pada tahun 2010 tercatat sebanyak 237,64 juta jiwa dan ditahun 2020 jumlah penduduk meningkat 13,7 persen dari tahun 2010, yaitu sebanyak 270,20 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2021). Seiring meningkatnya jumlah penduduk yang semakin hari semakin bertambah akan diikuti dengan peningkatan kebutuhan sarana dan prasarana transportasi yang memadai (Susanto, 2021). Volume kendaraan yang meningkat mengakibatkan beban yang dipikul perkerasan jalan semakin meningkat juga. Kondisi tersebut seharusnya didukung oleh lapisan perkerasan yang baik agar terhindar dari kerusakan dini pada lapisan perkerasan jalan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya dibutuhkan inovasi yaitu dengan menggunakan sampah plastik sebagai bahan polimer campuran pada aspal.

Penambahan polimer bisa meningkatkan kekakuan dari aspal (Rahmawati, 2015). Melalui aspal modifikasi ini diharapkan dapat menghasilkan suatu alternatif baru dalam meningkatkan kinerja dari perkerasan jalan. Langkah ini sekaligus untuk mengurangi masalah lingkungan yang timbul akibat meningkatnya limbah plastik tiap tahunnya, dengan memanfaatkan lebih bijih plastik dari limbah daur ulang pada konstruksi perkerasan jalan.

Aspal dapat dimodifikasi dengan menambahkan berbagai jenis aditif (Rahmawati, 2017). Dengan ini peneliti akan melakukan penelitian dengan penambahan campuran bijih plastik dari hasil daur ulang plastik jenis HDPE menggunakan metode basah. Cara basah yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan ke dalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen (Suprayitno *et al.*, 2019). Penambahan kadar variasi bijih plastik HDPE 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% terhitung dari berat aspal optimum. Penambahan kadar variasi bijih plastik HDPE 0%-10% dengan interval 2% pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kenaikan mutu aspal saat penambahan variasi plastik pada grafik penambahan variasi bijih plastik HDPE terhadap parameter uji *Marshall*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen atau penelitian dengan melakukan pengujian untuk mendapatkan data dari observasi hasil pengujian di laboratorium. Data-data yang diperlukan diperoleh dengan cara analisis karakteristik parameter uji *marshall* yang meliputi uji *sensity*, VIM, VMA, VFA, stabilitas, *flow*, dan *marshall quotient*.

Penggunaan metode ini bertujuan untuk mengetahui apakah bahan alternatif bijih plastik HDPE dapat meningkatkan kinerja dari perkerasan jalan dan sekaligus langkah untuk mengurangi masalah lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Karakteristik Aspal

Uji karakteristik aspal HDPE dilakukan untuk mengetahui karakteristik aspal setelah dicampur dengan HDPE dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Hasil pengujian

karakteristik aspal HDPE disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Aspal HDPE

Parameter Uji Aspal	Acuan	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Penetrasi	SNI 2456:2011	65,04	45,32	34,12	21,98	21,20	17,43
Titik Lembek	SNI 2434:2011	51,5	53,1	54,7	56,3	57,46	58,95
Berat Jenis	SNI 2441:2011	1,02	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97
Kehilangan Berat	SNI 06-2440:1991	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,06
Titik Nyala	SNI 2433:2011	314	310	304	298	292	286

Berdasarkan dari Tabel 1 sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penambahan kadar HDPE dapat mempengaruhi karakteristik dari aspal PEN 60/70. Tidak semua parameter pengujiannya hampir memenuhi syarat yang digunakan. Dari lima jenis parameter pengujian karakteristik aspal yang tidak memenuhi syarat adalah uji penetrasi dan berat jenis dari kadar variasi HDPE 2% sampai 10%.

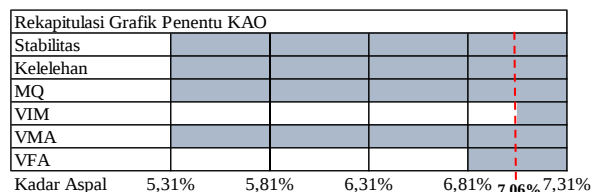
Penentuan Kadar Aspal Optimum

Densitas, VIM, VFA, VMA, *Flow*, Stabilitas, dan MQ merupakan faktor yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum yang dibutuhkan. Hasil penelitian untuk Pb dengan memvariasi nilai Pb dari perhitungan rumus dengan penambahan dan pengurangan sebanyak 0,5%-1%. Didapatkan 5 variasi kadar aspal yaitu 5,31%, 5,81%, 6,31%, 6,81%, dan 7,31% yang nantinya salah satu ditetapkan sebagai nilai KAO dari analisa parameter *Marshall* yang paling optimum.

Tabel 2. Hasil Uji Parameter Marshall Benda uji Penentu KAO

Parameter Marshall	5,31%	5,81%	6,31%	6,81%	7,31%
Density	2,19	2,22	2,24	2,26	2,28
VIM	10,20	8,14	6,72	4,98	3,63
VMA	19,24	18,42	18,15	17,71	17,58
VFA	46,99	55,83	63,01	71,93	79,34
Stabilitas	1461,5	1587,4	1654,6	1668,6	1458,8
Flow	2,86	2,92	3,22	3,45	3,78
MQ	510,78	552,78	536,70	516,20	386,03

Penentuan kadar aspal optimum (KAO) menggunakan metode grafik dengan membuat batas-batas nilai parameter *Marshall* yang memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dari campuran aspal. Adapun Gambar 1 hasil analisa penentu KAO sebagai berikut :



Gambar 1. Rekapitulasi Grafik Penentu KAO.

Berdasarkan hasil uji *Marshall* dan analisa parameter pengujiannya adapun rekapitulasi grafik seperti pada Tabel 1 di atas. Nilai kadar aspal optimum (KAO) terletak antara kadar 7,06% sampai dengan kadar 7,31%. Hasil uji *Marshall* dan analisa parameter pengujian *Marshall* memenuhi persyaratan yang ditetapkan berdasarkan spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Maka KAO yang digunakan pada penelitian ini diambil nilai kadar aspal optimum yang paling tinggi yaitu 7,31%

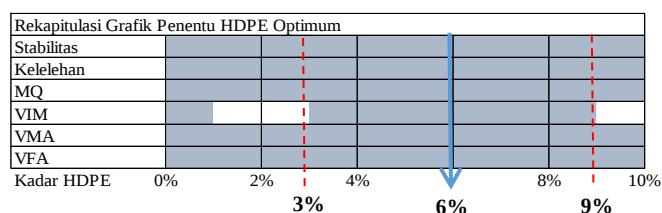
Penentuan Kadar Aspal HDPE Optimum

Untuk mengetahui nilai kadar HDPE optimum, maka perlu dilakukan tes *Marshall* berdasarkan parameter yang telah ditentukan pada masing-masing benda uji. Dari pengujian *Marshall* dapat dilakukan apakah nilai variasi kadar variasi HDPE 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% merupakan kadar optimum atau bukan.

Tabel 3. Hasil Uji Parameter Marshall Benda uji Penentu HDPE Optimum

Parameter Marshall	2%	4%	6%	8%	10%
Density	2,29	2,27	2,25	2,24	2,22
VIM	2,94	3,66	4,23	4,52	5,31
VMA	17,19	17,97	18,67	18,91	19,67
VFA	83,06	79,62	77,33	76,13	73,01
Stabilitas	1624,81	1688,53	1720,39	1713,85	1516,39
Flow	3,87	3,89	3,78	3,77	3,62
MQ	1624,81	1688,53	1720,39	1713,85	1516,39

Penentuan kadar HDPE optimum menggunakan metode grafik dengan membuat batas-batas nilai parameter *Marshall* yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 dari campuran aspal. Gambar 2 hasil analisa penentu HDPE optimum sebagai berikut :



Gambar 2. Rekapitulasi Grafik Penentu HDPE Optimum.

Berdasarkan analisa grafik gabungan parameter *Marshall* di atas, diperoleh batas-batas perpotongan nilai kadar nilai HDPE optimum berada diantara kadar 3% sampai dengan kadar 9%. Hasil analisa parameter pengujian *Marshall* memenuhi persyaratan yang ditetapkan berdasarkan PU Bina Marga, spesifikasi umum 2018. Maka nilai kadar HDPE optimum pada penelitian ini didapat dari median atau nilai tengah batas-batas HDPE tersebut sebesar 6%.

Perbandingan Benda Uji Optimum Dengan dan Tanpa HDPE

Perbandingan nilai karakteristik *Marshall* hasil uji dari benda uji optimum untuk aspal dengan dan tanpa tambahan HDPE disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan Benda Uji Optimum Dengan dan Tanpa HDPE

Parameter <i>Marshall</i>	0%	6%	Kenaikan/Penurunan
<i>Density</i>	2,28	2,25	-1,35%
VIM	3,63	4,23	14,22%
VMA	17,58	18,67	5,87%
VFA	79,34	77,33	-2,60%
Stabilitas	1458,78	1720,39	15,21%
<i>Flow</i>	3,78	3,78	0,19%
MQ	386,03	460,72	16,21%

Dilihat dari Tabel 4, bahwasanya nilai hasil dari perbandingan karakteristik *marshall* benda uji optimum dengan dan tanpa HDPE hamper semua mengalami peningkatan setelah ditambahkan dengan HDPE. Untuk nilai *density* disini mengalami penurunan yang awalnya 2,28%, setelah penambahan HDPE menjadi 2,25%. Penurunannya sebesar 0,03% yang diakibatkan oleh kandungan HDPE yang semakin tinggi pada kadar HDPE 6%, sehingga kepadatan ikut menurun. Dari hasil uji berat jenis untuk aspal HDPE juga mengalami penurunan, yang diakibatkan oleh berat jenis HDPE yang lebih kecil dari berat jenis aspal. Jadi semakin tinggi kadar HDPE maka kepadatan akan semakin menurun.

Di sisi lain hasil uji pada VFA juga mengalami penurunan, dari 79,34% menjadi 77,33% setelah penambahan HDPE. Nilai penurunannya sebesar 2,01%. Nilai VFA sendiri dipengaruhi oleh jumlah tumbukan dan suhu saat campuran aspal dipadatkan, gradasi agregat dan banyaknya kadar aspal. Kemungkinan hal ini terjadi akibat dari proses

pemadatan benda yang dilakukan saat penelitian. Proses pemadatannya menggunakan 2 metode yaitu secara manual untuk benda uji penentu KAO dan pemadatan otomatis saat pembuatan benda uji penentu HDPE optimum.

KESIMPULAN

Penggunaan HDPE memberikan pengaruh pada campuran laston AC-WC terhadap berbagai karakteristik *Marshall*, dimana campuran aspal-plastik HDPE dengan variasi optimum 6% memiliki pengaruh kinerja yang lebih baik dari aspal normal. Campuran aspal normal memiliki stabilitas yang lebih rendah dibanding dengan campuran yang menggunakan bijih plastik HDPE, karena aspal plastik memiliki titik leleh yang tinggi sehingga campuran yang terdiri dari aspal modifikasi tersebut lebih tahan terhadap potensi deformasi pada temperatur yang tinggi dan terhindar dari kerusakan dini pada perkerasan jalan. Penambahan bijih plastik dari sampah plastik daur ulang HDPE dapat meningkatkan produk aspal beton yang kuat, stabil, tahan terhadap suhu dan beban kendaraan, dan juga sebagai alternatif pengolahan sampah di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Mudjanarko, S. W., Koespiadi, Suprayitno, & Limantara, A. D. (2019). *Variasi HDPE (High Density Polyethylene): untuk Lapis Aus Asphalt Concrete Wearing Coarse (AC-WC)*. Scopindo Media Pustaka.
- Nawir, D., & Mansur, A. Z. (2021). The Impact of HDPE Plastic Seeds on The Performance of Asphalt Mixtures. *Civil Engineering Journal*, 7(9), 1569–1581. <https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091744>
- Pinem, H. K. W. B., Pristyawati, T., & Safarizki, H. A. (2022). Analysis of The Influence of Additional Plastic Waste (HDPE) as Mixed Asphalt AC-WC on Marshall Parameters. *ASTONJADRO*, 11(3), 669–679. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v11i3.7507>

- Rahmawati, A. (2015). Pengaruh Penggunaan Plastik Polyethylene (PE) dan High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Lataston-WC Terhadap Karakteristik Marshall. *Semesta Teknika*, 18(2), 147–159. <https://doi.org/10.18196/st.v18i2.1816>
- Susanto, H. A. (2021). Media Teknik Sipil. Pengaruh Temperatur Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Hot Mix Asphalt Modifikasi Polimer, 19(Vol. 19 No. 2 (2021): Agustus 2021), 1-10. <https://doi.org/10.22219/jmts.v19i2.17377>
- Suprayitno, S., Mudjanarko, S. W., Koespiadi, K., & Limantara, A. D. (2019). Studi Penggunaan Variasi Campuran Meterial Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Ac-Wc (Asphalt Concrete Wearing Course). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 8(2), 222–233. <https://doi.org/10.22225/pd.8.2.1410.222-233>
- Zair, M. M. Ben, Jakarni, F. M., Muniandy, R., & Hassim, S. (2021). A Brief Review: Application of Recycled Polyethylene Terephthalate in Asphalt Pavement Reinforcement. *Sustainability*, 13(3), 1303. <https://doi.org/10.3390/su13031303>
- Badan Pusat Statistik (BPS - Statistics Indonesia). (2021, Januari 21). Hasil Sensus Penduduk (SP2020) pada September 2020 mencatat jumlah penduduk sebesar 270,20 juta jiwa. Badan Pusat Statistik. Retrieved July 22, 2024, from <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2021/01/21/1854/hasil-sensus-penduduk--sp2020--pada-september-2020-mencatat-jumlah-penduduk-sebesar-270-20-juta-jiwa-.html>
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015, February 13). Science. Plastic waste inputs from land into the ocean, 347(6223), 768-771. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1260352>
- Rahmawati, A. (2017). Media Teknik Sipil. Perbandingan Penggunaan Polypropilene (Pp) Dan High Density Polyethylene (Hdpe) Pada Campuran Laston_Wc, 15(Vol. 15 No. 1 (2017): Februari), 11-19. <https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4414>