



Analisis Substitusi Limbah Plastik HDPE Sebagai Agregat Halus Terhadap Stabilitas dan Kelelahan Pada Aspal AC-WC

Richard Mareno^{*1}, Kumita¹, Cut Azizah², Zuraihan³, Deni Iqbal⁴

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Almuslim, Bireuen, 24262, Indonesia.

² Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Universitas Almuslim, Bireuen, 24262, Indonesia

³ Program Studi Arsitektur, Universitas Almuslim, Bireuen, 24262, Indonesia

⁴ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe, 24301, Indonesia.

* Email korespondensi: richardmareno43@gmail.com¹

Diterima Mei 2024.; Disetujui Juli 2024; Dipublikasi Juli 2024

Abstract: Roads are a very important means of transportation, but damage to the road pavement (AC-WC) often occurs, such as cracks and holes due to vehicle loads increasing day by day. To overcome this problem, HDPE (High Density Polyethylene) plastic waste can be used as an asphalt concrete mixture for AC-WC. The aim of this research is to determine the characteristics of the AC-WC asphalt concrete mixture which is substituted for HDPE waste as fine aggregate regarding stability and yield values. This research began by examining the gradation of the mixture, followed by designing and manufacturing test objects with variations in asphalt content to determine the optimum asphalt content. Next, make test objects using HDPE waste as fine aggregate, then end with data analysis of Marshall test results. The characteristics of the 60/70 penetration asphalt mixture regarding the physical properties of asphalt and aggregate have met specifications and can be used as required by Bina Marga 2018. The characteristics of the asphalt mixture with HDPE substitution regarding stability and yield values have met the requirements of Bina Marga 2018. This indicates that The use of HDPE in the asphalt mixture is stronger in withstanding traffic loads with small deformation. The maximum percentage of HDPE variation was obtained at 7% substitution with a stability value of 1191.14 kg and a melting value of 2.77 mm.

Keywords: Marshall, HDPE, AC-WC.

Abstrak: Jalan merupakan sarana transportasi yang sangat penting namun kerap terjadi kerusakan pada lapis perkerasan jalan (AC-WC) seperti retak dan berlubang akibat beban kendaraan semakin hari semakin meningkat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dapat dijadikan campuran aspal beton AC-WC. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik campuran aspal beton AC-WC yang disubstitusi limbah HDPE sebagai agregat halus terhadap nilai stabilitas dan kelelahan. Penelitian ini dimulai dengan melakukan pemeriksaan terhadap gradasi campuran, dilanjutkan dengan perancangan dan pembuatan benda uji dengan variasi kadar aspal untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO). Selanjutnya pembuatan benda uji dengan limbah HDPE sebagai agregat halus, lalu diakhiri dengan analisa data hasil pengujian Marshall. Karakteristik campuran aspal penetrasi 60/70 terhadap sifat fisis aspal dan agregat sudah memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan sesuai dengan yang disyaratkan oleh Bina Marga 2018. Karakteristik campuran aspal dengan substitusi HDPE terhadap nilai stabilitas dan kelelahan sudah memenuhi persyaratan Bina Marga 2018. Hal ini menandakan bahwa penggunaan HDPE pada campuran aspal sudah lebih kuat dalam menahan beban dari lalu lintas dengan deformasi yang kecil. Persentase variasi HDPE yang maksimum diperoleh pada substitusi 7% dengan nilai stabilitas sebesar 1191,14 kg dan nilai kelelahan sebesar 2,77 mm.

Kata kunci : Marshall, HDPE, AC-WC.

Era modern ini plastik menjadi peranan penting bagi kehidupan masyarakat. Plastik memiliki sifat yang awet dan ringan sehingga sangat bermanfaat untuk dijadikan pembungkus barang yang mudah dibawa kemana – mana. Sifat plastik juga tidak mudah diurai. Namun, produksi plastik yang semakin hari semakin tinggi dan tidak diimbangi penanganan maka menjadi ancaman bagi lingkungan. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat, jumlah sampah mencapai 31,39 juta ton pada 2021 yang terdiri dari 250 Kabupaten/Kota di Indonesia. Oleh karena itu, perlu untuk menekan jumlah limbah plastik tersebut dengan penanganan yang signifikan seperti membakar, mendaur ulang (*recycle*), memakai daur ulang (*reuse*) dan mengurangi pemakaian plastik (*reduce*). Selain itu, perlu adanya inovasi – inovasi baru untuk menangani limbah tersebut sehingga menjadikan nilai lebih. Seperti limbah jenis HDPE (*High Density Polyethylene*) dapat dijadikan pengganti material pasir pada campuran aspal beton AC–WC.

Jalan merupakan transportasi yang sangat penting untuk memutar roda perekonomian masyarakat. Justru sangat perlu diperhatikan jika aksesnya bermasalah. Jalan kini kerap terjadi kerusakan pada lapis perkerasan jalan seperti yang sering kita lihat ialah retak – retak. Mulai dari retak kecil lalu akan mengakibatkan terkelupasnya agregat hingga menjadi berlubang dan ambles. Hal ini diakibatkan karena suhu temperatur permukaan jalan yang tinggi, intensitas curah hujan yang tidak

menentu serta volume kendaraan semakin hari semakin meningkat. Jika hal ini terus terjadi tanpa ditindak lanjut maka akan membahayakan pengendara atau pengguna jalan. Menindaklanjuti permasalahan tersebut dan mengurangi eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan seperti pasir yang terus menerus dikeruk hingga timbul permasalahan baru bagi masyarakat. Maka limbah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) cocok dijadikan campuran aspal beton AC – WC untuk memperbaiki permasalahan kerusakan jalan.

Pada penelitian ini, kadar HDPE (*High Density Polyethylene*) yang ditambahkan dalam campuran beton AC–WC dengan 4 variasi substitusi sebesar 0%, 7%, 9% dan 11% terhadap agregat halus. Dalam penelitian Noor (2014) HDPE (*High Density Polyethylene*) adalah salah satu jenis plastik yang sulit didaur ulang dan jumlah pemakaiannya cukup besar seperti untuk kemasan berbagai jenis produk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi penggunaan biji limbah plastik HDPE sebagai agregat kasar pengganti pada campuran panas *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) sehingga didapat solusi pemanfaatan limbah. Variasi biji limbah plastik yang digunakan adalah sebesar 0%, 25%, dan 50% terhadap volume agregat yang lolos saringan No. 4 dan tertahan No. 8 pada setiap benda uji. Pengujian Marshall dan ketahanan terhadap air dilakukan pada setiap variasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji limbah plastik HDPE dapat digunakan sebagai agregat pengganti karena memenuhi Spesifikasi Umum Bina

Marga Edisi 2010 Revisi 2 Divisi 6. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis substitusi limbah plastik HDPE sebagai agregat halus terhadap stabilitas dan kelelahan pada AC-WC.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) merupakan perkerasan yang menggunakan material campuran aspal sebagai bahan pengikat dan bersifat lentur. Perkerasan lentur memiliki beberapa struktur lapisan antara lain tanah dasar, lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan. Menurut Sukirman (1999) dalam Nur (2021:5) konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Aspal merupakan material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika aspal dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis).

2.2 Lapisan Aspal Beton AC-WC (*Asphalt Concrete–Wearing Course*)

Aspal beton merupakan lapisan permukaan pada perkerasan jalan yang terdiri dari campuran aspal, agregat kasar, agregat halus dan bahan tambahan atau tidak. Menurut

Sukirman (2003) dalam Putrowijoyo (2006:16) Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas yang dikenal dengan *hotmix*.

2.3 Bahan Campuran Aspal Beton

Untuk menghasilkan aspal mutu yang baik maka kita perlu mengetahui bahan apa saja yang dicampur pada campuran aspal. Bahan utama yang dicampurkan dalam campuran aspal ialah agregat, aspal dan bahan pengisi (*filler*). Setelah mengetahui bahannya kita juga patut ketahui karakteristik dan sifat-sifat dari bahan penyusun tersebut dari berbagai literatur yang dirangkum. Tujuan informasi terkait ialah membantu penulis atau pembaca untuk memahami dan mendapatkan hasil aspal yang baik dalam pengujian bidang konstruksi.

Menurut Sukirman (2003) bahan utama penyusun perkerasan jalan adalah agregat, aspal dan bahan pengisi (*filler*). Untuk menghasilkan perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan.

3. METODE PENELITIAN

Bahan material yang digunakan berupa agregat yang berasal dari *quary*, serta aspal yang digunakan berupa aspal keras penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina. Tapan penelitian dimulai dengan pengujian sifat fisis aspal dan agregat dan dilanjutkan dengan penentuan KAO. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji aspal beton dengan aspal pen. 60/70 yang disubstitusi dengan limbah HDPE terhadap karakteristik marshall.

3.1 Data Primer

Data primer diperoleh dari pemeriksaan di laboratorium yang meliputi pemeriksaan, sifat-sifat fisis aspal, agregat dan pengujian marshall.

3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang diperlukan berupa daftar spesifikasi campuran dan angka koreksi benda uji.

3.3 Material yang digunakan

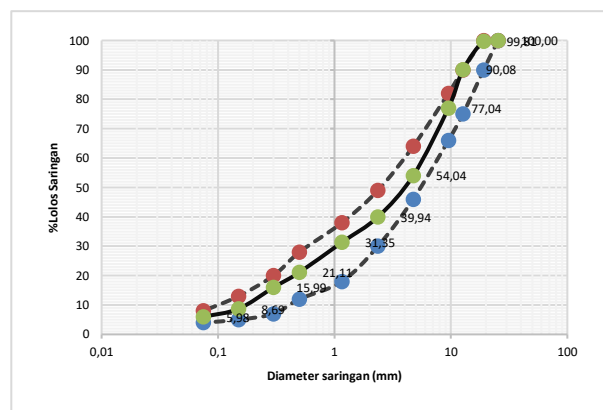
Material yang digunakan diantaranya aspal keras Pen. 60/70 produksi PT. Pertamina, agregat batu pecah yang diproduksi PT. Krueng Meuh, limbah HDPE dan *filler*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Gradasi

Pemeriksaan gradasi agregat dilakukan dengan menggunakan analisa saringan. Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan, agregat tersebut tidak dapat digunakan langsung dalam campuran karena tidak memenuhi spesifikasi gradasi yang disyaratkan. Oleh karena itu, harus dilakukan penyesuaian gradasi terlebih dahulu

sehingga agregat tersebut memenuhi syarat spesifikasi yang telah ditetapkan. Gradasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi rapat berdasarkan nilai tengah dari spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran laston lapis aus (AC-WC). Selanjutnya dari gradasi rencana tersebut dihitung komposisi campuran dan proporsi kadar aspal pen. 60/70.

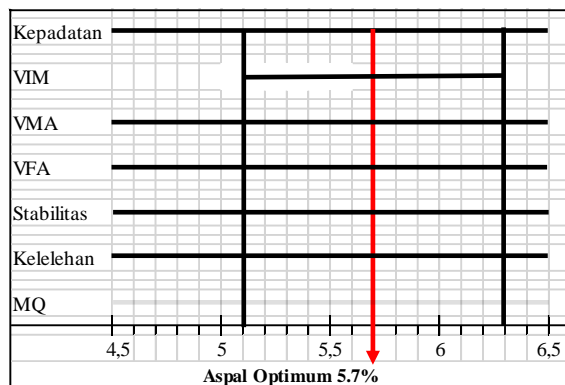


Gambar 1 Grafik Hasil Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus Gradasi Rapat

4.2 Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan KAO

Berdasarkan hasil pengujian Marshall yaitu Stabilitas, *Flow*, *density*, VIM, VFB, VMA, dan *Marshall Quetient*. Hasil pengujian Marshall dengan gradasi rapat didapatkan variasi kadar aspal 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; dan 6,5%, selanjutnya dianalisa untuk memperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah sebesar 5,70% yang memenuhi persyaratan parameter Marshall untuk campuran aspal beton (AC-WC). Nilai KAO tersebut akan digunakan untuk membuat benda uji. Berdasarkan hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal tersebut

kemudian diplot pada sumbu salib dengan koordinat kadar aspal (sumbu x) dan salah satu parameter Marshall (sumbu y). Grafik nilai KAO campuran aspal beton AC-WC dari evaluasi parameter Marshall diperlihatkan pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 2. Grafik Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) Gradasi Rapat

4.3 Hasil pengujian Marshall Pada KAO Dengan Gradasi Rapat

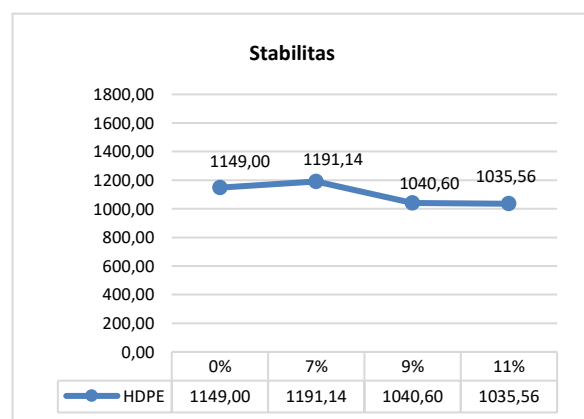
Hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall aspal beton (AC-WC) dengan gradasi rapat dan terbuka berdasarkan hasil pengujian Marshall disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Marshall Dengan Variasi HDPE

Karakteristik Campuran	Variasi HDPE			
	0%	7%	9%	11%
Stabilitas (Kg)	1149,00	1191,14	1040,60	1035,56
Flow (mm)	3,00	2,77	2,67	2,63
MQ (Kg/mm)	385,25	434,96	390,54	396,17
Density (t/m ³)	2,39	2,39	2,39	2,39
VIM (%)	4,97	4,84	4,80	4,77
VMA (%)	24,67	24,57	24,54	24,51
VFA (%)	79,94	80,41	80,47	80,57

4.4 Tinjauan terhadap nilai stabilitas

Nilai stabilitas campuran laston AC-WC menggunakan aspal Pen. 60/70 dengan gradasi rapat terhadap KAO 5,70% mengidentifikasi bahwa terjadi kenaikan nilai stabilitas pada campuran dengan nilai stabilitas tertinggi didapat pada HDPE 7%. Hal ini dipengaruhi oleh sifat fisis dari HDPE sehingga menjadikan campuran aspal lebih tahan terhadap tekanan dan suhu.



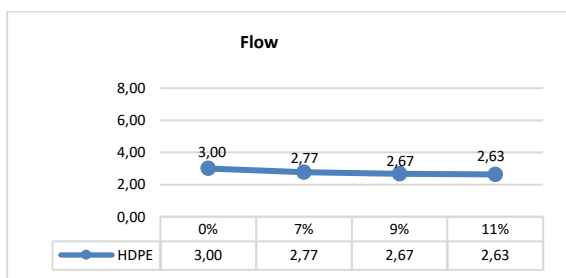
Gambar 3. Pengaruh Nilai Stabilitas Pada Substitusi HDPE

Nilai stabilitas campuran dengan substitusi HDPE sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu ≥ 1000 kg. Semakin naiknya nilai stabilitas menandakan bahwa benda uji semakin kuat dalam menahan deformasi akibat beban yang mempengaruhinya, hal ini disebabkan karena ikatan yang maksimal antara campuran aspal dengan substitusi HDPE.

4.4 Tinjauan terhadap nilai kelelehan plastis (flow)

Nilai flow campuran laston lapis aus AC-WC menggunakan substitusi HDPE dengan gradasi rapat menunjukkan besarnya deformasi

yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur.



Gambar 4. Pengaruh nilai *flow* pada substitusi HDPE

Nilai *flow* pada semua substitusi HDPE nilai *flow* sudah memenuhi persyaratan dari Bina Marga 2018, hal ini diakibatkan karena polimer HDPE sudah mengisi ruang kosong pada gradasi terbuka sehingga mengakibatkan deformasi yang lebih kecil. Hal ini menandakan bahwa penggunaan HDPE pada campuran aspal sudah lebih kuat dalam menahan beban dari lalu lintas dengan deformasi yang kecil.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik campuran AC-WC dengan variasi substitusi HDPE dapat disimpulkan:

1. Karakteristik campuran aspal penetrasi 60/70 terhadap sifat fisis aspal dan agregat

sudah memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan sesuai dengan yang disyaratkan oleh Bina Marga 2018.

2. Karakteristik campuran aspal dengan substitusi HDPE terhadap nilai stabilitas dan kelelahan sudah memenuhi persyaratan Bina Marga 2018. Hal ini menandakan bahwa penggunaan HDPE pada campuran aspal sudah lebih kuat dalam menahan beban dari lalu lintas dengan deformasi yang kecil.
3. Persentase variasi HDPE yang maksimum diperoleh pada substitusi 7% dengan nilai stabilitas sebesar 1191,14 kg dan nilai kelelahan sebesar 2,77 mm.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian diantaranya:

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar menggunakan variasi HDPE sebagai agregat halus yang lebih rendah.
2. Penelitian ini menggunakan gradasi rapat dengan substitusi HDPE, disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan substitusi lainnya dengan gradasi terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- Anni Susilowati, Eko Wiyono, Pratikto, 2021. *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal Campuran Panas*. Jurusan Teknik Sipil : Politeknik Negeri Jakarta.
- Anissa Noor Tajudin dan Latif Budi Suparma, 2014. *Pemanfaatan Limbah Plastik Hdpe*

- Sebagai Agregat Pengganti Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC). Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Astuti, Arieyanti Dwi. 2020. *Kajian Pendirian Usaha Biji Plastik di Kabupaten Pati, Jawa Tengah*. Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK.
- Bukhari dan Saleh. 2007. “*Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*”, Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Dewi, Sari Utama. 2016. *Pengaruh Tambahan Limbah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125*. Lampung : Universitas Muhammadiyah Metro.
- Hamzah, Risky Aynin dkk,. 2016. *Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi terhadap Kriteria Marshall pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang*. Universitas Sam Ratulangi.
- Harinaldi, 2005, *Prinsip-prinsip Statistik*, Erlangga Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2021. *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. Online <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>.
- Nur Khaerat, Nur. 2021. *Perancangan Perkerasan Jalan*. Medan : Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Putrowijoyo, Rian. 2006. *Kajian Laboratorium Sifat Marshall Dan Durabilitas Asphalt Concrete - Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland Dan Abu Batu Sebagai Filler*. Pasca Sarjana: Universitas Diponegoro.
- Purwonugroho dan Parulian. 2018. *Pengolahan Limbah Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Dan Polypropylene (PP) Dengan Metode Mix Plastic Coated Aggregate Untuk Meningkatkan Kualitas Aspal Beton*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Safariadi, dkk. 2018. *Karakteristik Campuran Beraspal (Laston) akibat Pengaruh Penggunaan Instant Powder sebagai Pengganti Filler*. Universitas Tanjung Pura.
- Schwartz, W.M.1986. “*Plastik*”. Dalam *Ilmu Pengetahuan Populer (terjemahan)*. Jilid 10. Grolier International Inc, h. 75-80.
- Sihombing, Siska BR. 2021. *Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Polypropylene (Pp) Menjadi Bahan Bakar Alternatif*. Kabanjahe : Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Medan.
- Sumiati , Mahmuda , A. Syapawi, 2019. *Perkerasan Aspal Beton (AC-BC) Limbah Plastik Hdpe Yang Tahan Terhadap Cuaca Ekstrem*. Teknik Sipil : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Sukirman, S., 2003. “*Campuran Beraspal Panas*”. Penerbit Granit : Bandung.
- Syilfi, dkk. 2012. *Analisis Regresi Linier Piecewise Dua Segmen*. Semarang : Universitas Diponegoro.