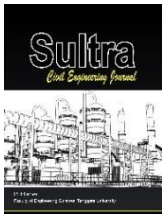
Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)
Volume 4 Issue 2, Oktober 2023
E-ISSN: 2716-1714
Sarana publikasi bagi para akademisi, peneliti, praktisi, dan atau perorangan/kelompok lainnya (umum) di bidang ilmu Teknik Sipil.



Perbandingan Kinerja Marshall Pada Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Plastik Polypropilene (PP) Dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)

Nurfadila T[1)], Mustakim [2)*], Imam Fadly [3)]

[1,2,3] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare

*Corresponding author. nf09197@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Marshall, Plastik Polypropilene (Pp), Plastik High Density Polyethylene(Hdpe)

How to cite:

Nurfadila T, Mustakim, Imam Fadly (2024). Perbandingan Kinerja Marshall Pada Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Plastik Polypropilene (PP) Dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)

ABSTRACT

According to the Ministry of Environment and Forestry, Indonesian people produce 0.8 kg of waste per person per day, of which 15% is plastic waste or equivalent to 189,444,000tons of waste per day 8, Therefore, the amount of waste must be proportional to the proportionof waste processed and the rest must not be disposed of and pollute the environment. The typesof plastics used in this study were Polypropylene (PP) Plastic and High Density Polyethylene (HDPE) Plastic. The purpose of this study was Determination of Melshell performance in AC- WC asphalt mixture without the addition of polypropylene (PP) plastic and high density polyethylene plastic (HDPE). The research method used was experimental with variations of 2%, 4%, and 6%, from the weight of KAO asphalt. Marshall comparison results AC-WC asphaltusing polypropylene (PP) and high density polyethylene (HDPE) resins, with only VMA and MQ stable values meeting the 2018 Development Specifications while VFA, VIM and FLOW do notmeet the specifications.

1. Pendahuluan

Indonesia menjadi kontributor sampah plastik yang bocor ke laut kedua terbesar setelah *China.* Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sampah yang dihasilkan warga Indonesia mencapai 0,8 kg per orang setiap hari dengan komposisi 15% sampah plastic yang diakumulasikan sebanyak 189 ribu ton sampah per harinya.8 Oleh karena itu, jumlah produksi sampah yang tinggi harus sebanding dengan persentase sampah yang diolah sedangkan sisanya tidak terkelola dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.Menyikapi fenomena sampah di atas, pemerintah tentu perlu mengevaluasi kebijakan pengelolaan sampah di

Indonesia merujuk pada fakta tersebut. Oleh karena itu perlu adanya studi pemanfaatan sampah plastik sebagai alternative untuk bahan campuran aspal.Salah satu upaya memperbaiki kerusakan jalan adalah pengembangan teknologi *recycling* dengan menambahkan bahan tambah (*additive*) terhadap perkerasan yang lama. Prinsip dari proses ini adalah memanfaatkan material jalan yang ada pada lapis permukaan atas yang lama untuk diolah dengan campuran aspal baru dan bahan tambah berupa limbah karet sehingga dapat dipergunakan kembali dengan nilai struktur yang lebih tnggi. Penelitian ini mencoba untuk mendaur ulang lapis permukaan atas dengan menggunakan sampel yang terdapat pada ruas jalan dengan menambahkan bahan tambah local yaitu limbah plastik. Karena limbah plastik merupakan bahan buangan padat yang tentunya akan menimbulkan masalah bagi lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memperoleh alternative bahan tambah selain memiliki harga murah serta mudah didapat dibanding dengan bahan tambah yang cenderung mahal, sehingga dapat membantu memecahkan masalah-masalah yang terjadi pada perkerasan jalan. Pengembangan teknologi *recycling* ini diharapkan tidak hanya memperbaiki lubang atau kerusakan yang terjadi, tetapi juga memperkuat struktur jalan agar lebih tahan lama atau tidak mudah rusak kembali. Teknologi *recycling* juga akan mengurangi pemakaian material baru, perlindungan sumber daya alam, penghematan sumber daya, dan penghematan proses industry dimana hal tersebut merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangakan. Dari beberapa uraian yang telah di bahas di atas, melatar belakangi penulis untuk mengambil judul penelitian "**Perbandingan Kinerja Marshell Pada Campuran Aspal AC-WC Menggunakan Plastik Polypropilene (PP) Dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)"**.

2. Tinjauan Pustaka

A. Lapisan Aspal Beton (Laston)

Lapis aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*) dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa dan memenuhu persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan. Pembuatan Lapis Aspal Beton (*Laston*) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (binder) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987). Menurut Sukirman, S (2003) menjelaskan bahwa lapis aspal beton (*Laston*) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat, laston juga dikenal dengan nama AC (*Asphalt Concrete*). Aspal AC WC.

B. Plastik Polypropilene (Pp)

Plastik PP (*Polypropylene*) adalah salah satu jenis plastik yang berwarna bening atau transparan. Plastik ini dibuat dari monomer propylene yang banyak diproduksi di seluruh dunia yang umumnya banyak digunakan untuk pengemasan makanan.Kepopuleran plastik ini dikarenakan bahannya yang tidak beracun sehingga aman dimanfaatkan untuk pengemasan produk konsumsi. Selain itu, plastik PP juga memiliki fleksibilitas yang membuatnya mudah

diolah menjadi berbagai macam bentuk sesuai dengan kebutuhan. Karakteristik plastik PP dapat dikenal dengan menyentuh permukaannya. Jenis plastik ini memiliki permukaan cenderung lebih licin. Meski memiliki daya tahan yang lebih tinggi disbanding plastik PE, harga plastik PP lebih murah. Dari segi materi. plastik PP mampu menahan lebih baik dari plastik PE. Plastik PP memiliki ketahan pada suhu tinggi yang jauh lebih baik dibandingkan dengan plastik PE. Sehingga plastik PP cenderung memiliki jangka waktu yang lebih lama.

C. Plastic Plastik High Density Polyethylene (HDPE)

*High Density Polyethylen*e atau disebut HDPE adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. HDPE memiliki karakteristik sedikit buram dan transparan serta elastis. Plastik ini tidak tembus air, tidak berbau, tahan panas dan tahan benturan. Masyarat Indonesia dalam kesehariannya mengenal istilah kantong plastik HDPE dengan sebutan kantong HD, kantong kresek, kantong asoy, tas plastik HD, ataupun shopping bag. HDPE (*High Density Polyethylene*) merupakan bahan baku untuk jenis Plastik HDPE dimana umumnya hasil produksi berbentuk plastik kantong, plastik roll, plastik lembaran dengan beragam mancam warna.

D. Reycling

Dengan campuran bahan tambah limbah plastik sebagai alternative perbaikan pada lapis permukaan atas jalan. Teknologi daur ulang merupakan metode pengolahan dan pengunaan kembali kontruksi perkerasan lama baik dengan atau tanpa tambahan agregat baru untuk keperluan pemeliharaan, perbaikan, maupun peningkatan kontruksi perkerasan jalan. Keuntungan teknologi daur ulang tersebut antara lain mengembalikan kekuatan perkerasan lama tanpa meninggikan atau menambah elevasi permukaan jalan, memanfaatkan kembali bahan perkerasan lama, mempertahankan geometric jalan, mengatasi ketergantungan akan material baru, penghematan material, perbaikan kualitas lapis permukaan atas. Dalam pemilihan jenis daur ulang tersebut biasanya mempertimbangkan kondisi permukaan, lalulintas, ketersediaan alat konrtuksi yang dipilih. Daur ulang in place biasanya hanya bisa dilakukan apabila tingkat ketebalan daur ulang yang dilakukan da dibutuhkan tidak terlalu tebal sekitar 2,5 cm. sementara daur ulang in plant biasanya dilakukan apabila bahan yang didaur ulang dan digelar kembali dalam jumlah cukup banyak (jenius dkk, 2011).

3. Metode Penelitian

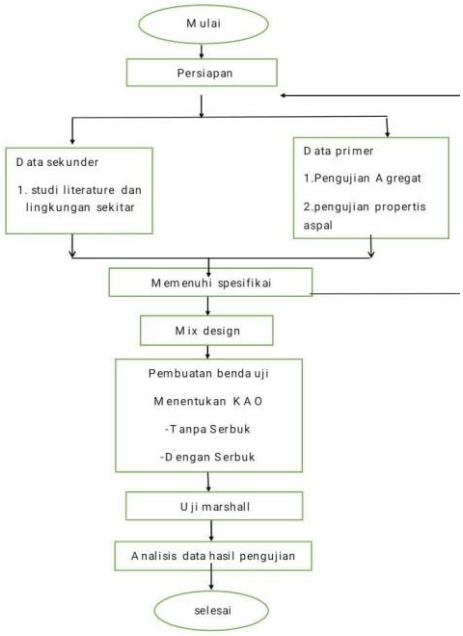
Metode penelitian yang digunakan adalah eskperimental labolatorium, yaitu metode yang dilakukan dengan pengujian di labolatorium untuk mendapatkan data. Kemudian melakukan pengolahan data untuk mengetahui pengaruh dari bahan Plastik Polypropilene (PP) dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE) terhadap lapisan aspal AC WC terhadap nilai marshall

Teknik analisis data dilakukan di labolatorium jalan dan aspal universitasmuhammadiyah parepare.

Pengujian Propertis Aspal

Pengujian terhadap aspal dilakukan untuk mengetahui apakah aspal yangdipakai sudah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan, pengujian meliputi :

1. Uji penetrasi
2. Titik lembek
3. Berat jenis



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat pada penelitian ini terdiri dari pengujian berat jenis agregat kasar dan agregat halus.

1) Berat jenis agregat kasar 0.5-1

Hasil pengujian terhadap agregat kasar 0.5-1 berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 1 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

No.	Jenis Pengujian	Hasil pemeriksaan	Spesifikasi	Sat.	Ket.
1	Berat jenis bulk	2.70	Min 2.5	gr	Memenuhi
2	Berat jenis kering Permukaan	2.75			Memenuhi
3	Berat jenis semu	2.85			Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	2.10	Maks. 3	%	Memenuhi

Adapun dari pengujian berat jenis agregat kasar 0.5-1 diatas didapat berat jenis bulk 2,70 gr, berat jenis kering permukaan 2,75 gr, berat jenis semu 2.85 gr, dan penyerapan 2.10%. Jadi dari hasil analisis berat jenis agregat kasar 0.5-1 telah memenuhi spesifikasi yaitu berat jenis minimum 2,5 gr dan penyerapan air maksimal 3%.

2) Berat jenis agregat halus (abu batu)

Hasil pengujian terhadap agregat halus berdasarkan Spesifiasi Umum Bina Marga 2018 dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 2 Berat jenis dan penyerapan agregat halus

No.	Hasil Pengujian	Hasil pemeriksaan	Spesifikasi	Sat.	Ket.
1	Berat jenis bulk	2.72	Min 2.5	gr	Memenuhi
2	Berat jenis kering Permukaan	2.76			Memenuhi
3	Berat jenis semu	2.92			Memenuhi
4	Penyerapan (Absorption)	2.50	Maks. 3	%	Memenuhi

Dari pengujian berat jenis agregat halus (abu batu) diatas didapat nilai berat jenis bulk 2,72 gr, berat jenis kering permukaan 2,76 gr, berat jenis semu 2, 92 gr, dan penyerapan 2,50 %. Berdasarkan persyaratan spesifikasi berat jenis yaitu minimum 2,5 dan penyerapan air maksimal 3% maka agregat dalam pengujian ini telah memenuhi.

B. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Aspal

Pengujian sifat aspal terdiri dari pengujian berat jenis aspal, pengujian titik lembek, pengujian kehilangan berat aspal, dan pengujian penetrasi. Pada pemeriksaan aspal merujuk pada spesifikasi umum bina marga 2018. Dari hasil pemeriksaan aspal diperoleh data pada tabel berikut:

Tabel 3 Hasil pengujian aspal

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Berat jenis aspal	1,03	≥ 1,0	gr/cc	Memenuhi
2	Titik lembek aspal	48	≥ 48	^{o}C	Memenuhi
3	Kehilangan berat aspal	0,26	≤ 0,8	0,1 mm	Memenuhi
4	Penetrasi pada 25^{o}C	66,20	60-70	%	Memenuhi

Dari hasil pengujian aspal diatas diperoleh nilai berat jenis aspal 1,03gr/cc, titik lebek aspal 49^{o}C, kehilangan berat aspal 0,26 dan penetrasi pada 25^{o}C, sebesar 66,2 mm. Berdasarkan persyaratan spesifkasi pemeriksaan aspal maka aspal dalam pengujian ini memenuhi.

C. Hasil Rancangan Campuran

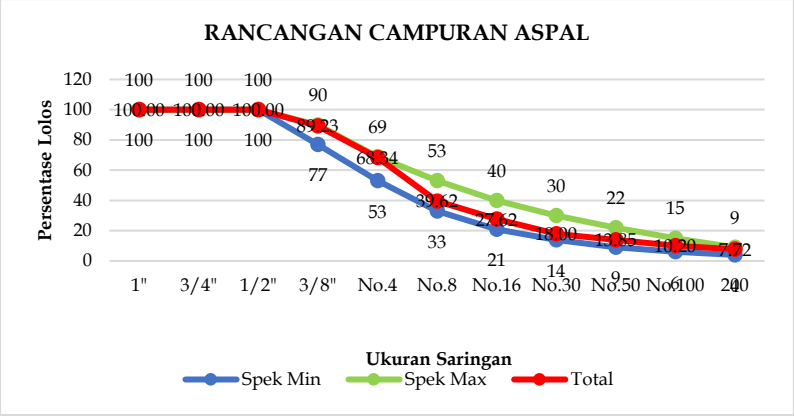
a. Gradasi agregat gabungan

Berdasarkan dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradiasi agregat diperoleh pada tabel 7 dibawah ini:

Tabel 4 Hasil gradasi agregat gabungan

	Saringan	Campuran			58%	36%	6%	Total	Spek AC-WC
ASTM	(mm)	Agg. 0.5/1	Abu Batu	semen	Agg 0.5/1	Abu Batu	semen		
1"	25	100.00	100.00	100	58.00	36.00	6.00	100.00	
3/4"	19	100.00	100.00	100	58.00	36.00	6.00	100.00	100
1/2"	12.5	100.00	100.00	100	58.00	36.00	6.00	100.00	100

3/8"	9.5	81.43	100.00	100	47.23	36.00	6.00	89.23	77-90
No.4	4.75	45.60	99.69	100	26.45	35.89	6.00	68.34	53-69
No.8	2.36	7.34	81.57	100	4.26	29.37	6.00	39.62	33-53
No.16	1.18	4.06	53.51	100	2.35	19.26	6.00	27.62	21-40
No.30	0.6	1.83	30.39	100	1.06	10.94	6.00	18.00	14-30
No.50	0.3	0.58	20.87	100	0.34	7.51	6.00	13.85	9-22
No.100	0.15	0.48	10.88	100	0.28	3.92	6.00	10.20	6-15
200	0.075	0.34	4.22	100	0.20	1.52	6.00	7.72	4-9
PAN									

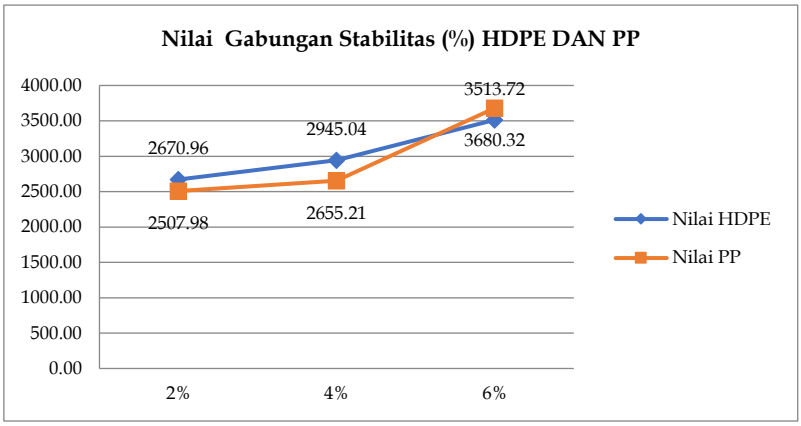


Gambar 2 Grafik Hasil Gradasi Agregat Gabungan

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradasi agregat diperoleh seperti pada tabel diatas. Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan khusus untuk campuran AC-WC harus berada di antara batas atas dan batas bawah yang sesuai dengan spesifikasi. Dari hasil gradasi agregat gabungan diatas telah memenuhi batas-batas spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

D. E. Hasil pengujian marshall

a. Stabilitas

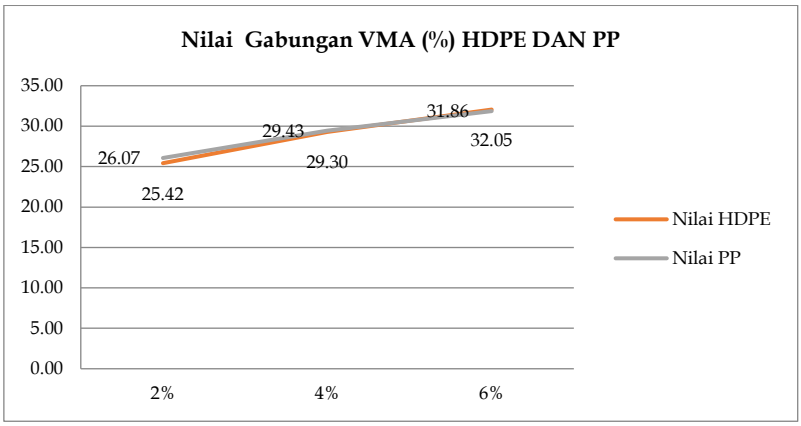


Gambar 3 Grafik Gabungan Antara Kadar Aspal Dangan Stabilitas Pada Campuran Plastic PP dan HDPE 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.5 Nilai stabilitas pada aspal campuran plastik PP dengan kadar penambahan 2% sebesar 2507.98, 4% sebesar 2655.21 dan 6% sebesar 3680.32. Sedangkan Nilai stabilitas pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar penambahan 2% sebesar 2670.96, 4% sebesar 2945.04 dan 6% sebesar 3513.72. Nilai stabilitas dari campuran

plastik PP dan HDFE telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai stabilitas minimum 800 kg.

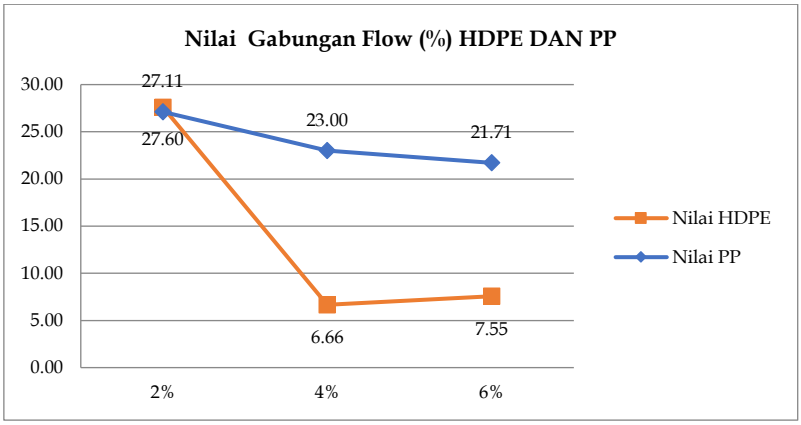
b. Rongga Antara Mieral Agregat (VMA)



Gambar 4 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VMA Pada Campuran Plastic PP dan HDPE 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.9 Nilai kadar aspal dan VMA pada aspal campuran plastik HDFE dengan kadar penambahan 2% sebesar 25.42, 4% sebesar 29.30 dan 6% sebesar 32.05. Sedangkan pada aspal campuran plastik PP dengan kadar penambahan 2% sebesar 26.07, 4% sebesar 29.43 dan 6% sebesar 31.86. Pada aspal campuran plastik PP dan HDPE telah memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 yang memiliki nilai VMA minimum 14

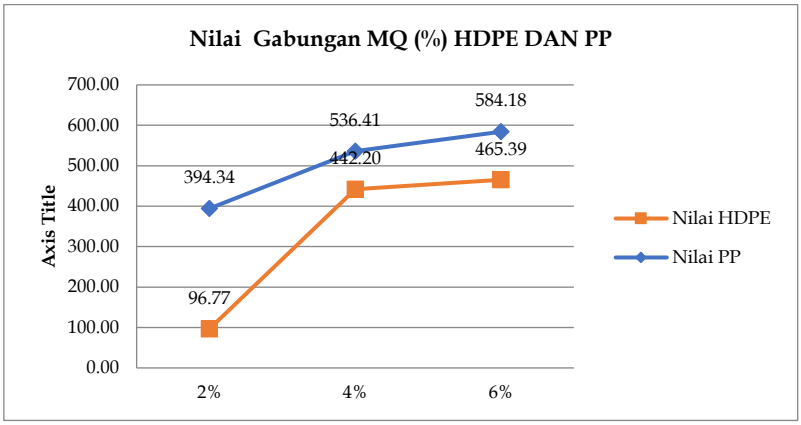
c. Kelelahan (Flow)



Gambar 5 Grafik Gabungan Antara Kadar Aspal Dangan Flow Pada Campuran Plastic HDPE dan PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa dari hasil pengujian nilai flow pada campuran plastik HDFE dengan kadar 2% sebesar 27,60, kadar 4% sebesar 6,66, dan kadar 6% sebesar 7,55 sedangkan Nilai Flow pada aspal campuran plastik PP dengan kadar 2% sebesar 6,36, kadar 4% sebesar 4,95 dan kadar 6% sebesar 6,30. PP pada kadar 2%, 4%, dan 6% mengalami kenaikan. Berdasarkan spesifikasi bina marga ditetapkan nilai flow 2 mm - 4 mm. pada pengujian nilai flow pada aspal campuran plastik HDPE dan PP tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

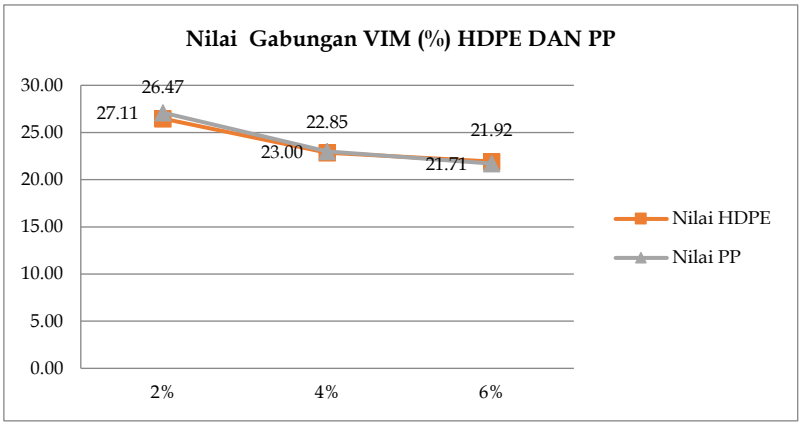
d. MQ (kg/mm)



Gambar 6 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan MQ Pada Campuran Plastic HDPE dan PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.17 diketahui bahwa penggunaan plastik HDPE sebagai campuran beraspal dengan kadar 4% dan 6% menurunkan nilai MQ. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar campuran plastik HDPE sebagai campuran. Hal ini disebebkan penambahan plastik tidak mampu mengisi rongga- rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat. Pada grafik diatas dilihat bahwa nilai tertinggi berada pada kadar 2% sebesar 96,77 sedangkan nilai rendah pada kadar 4% sebesar 442,20 dan 6% sebesar 465,39 tidak memenuhi spesifkasi umum bina marga 2018 sedangkan pada plastik PP sebagai campuran beraspal dengan kadar 2%, 4% dan 6% menurunkan nilai MQ. Penurunan tersebut seiring dengan bertambahnya kadar plastik sebagai campuran. Hal ini disebebkan penambahan plastik tidak mampu mengisi rongga- rongga dalam campuran, sehingga campuran longgar dan bersifat kurang padat. Pada grafik diatas dilihat bahwa nilai kadar aspal 2% sebesar 395,34, 4% sebesar 536,41 dan 6% sebesar 584,18 tidak memenuhi spesifkasi umum bina marga 2018.

e. Rongga Terhadap Campuran (VIM)

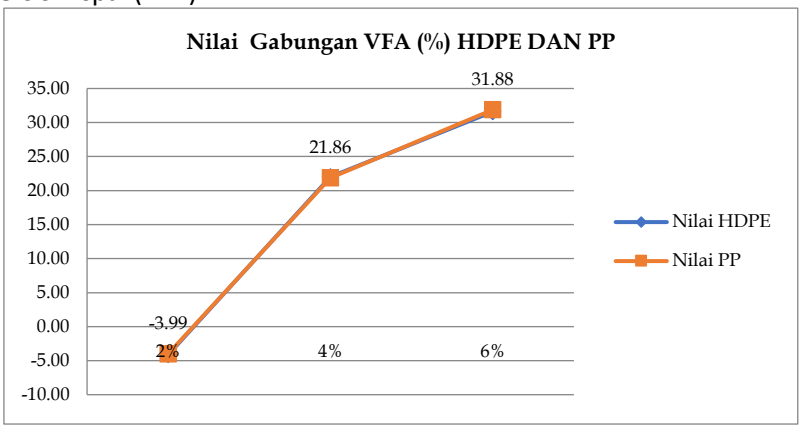


Gambar 7 Grafik Gabungan Antara Kadar Aspal Dangan VIM Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan gambar diatas Nilai VIM pada plastik HDPE dengan kadar 2% sebesar 26,47, 4% sebesar 22,85 dan 6% sebesar 21,92. Dari pengujian VIM memiliki batas spesifikasi bina marga 2018 dengan nilai batas 3-5%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai VIM semakin naik dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan tambah pada campuran hal ini disebabkan karna plastik tidak mampu mengisi rongga dalam camuran sehingga campuran longgar dan kurang padat sedangkan pada plastik PP dengan kadar 2% sebesar 27,11, 4%

sebesar 23 dan 6% sebesar 21,71. Dari pengujian VIM memiliki batas spesifikasi bina marga 2018 dengan nilai batas 3-5%. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa ninilai VIM semakin naik dengan bertambahnya kadar plastik sebagai bahan tambah pada campuran hal ini disebabkan karna plastik tidak mampu mengisi rongga dalam camuran sehingga campuran longgar dan kurang padat.

f. Rongga Tersisi Aspal (VFA)

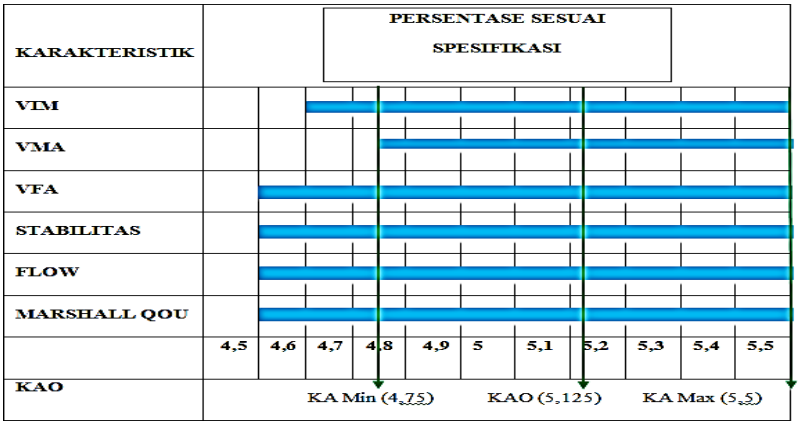


Gambar 8 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dangan VFA Pada Campuran Plastic PP 2%, 4%, Dan 6%.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa penggunaan plastik HDPE sebagai campuran beraspal dengan kadar 2% sebesar -4,12, 4% sebesar 22, dan 6% sebesar 31,60 mengakibatkan nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap ar dan udara serta sifat elastisitas campuran. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebebsar 65% dari hasil pengujian pada aspal campuran plastik HDPE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 sedangkan pada plastik PP sebagai campuran beraspal dengan kadar 2% sebesar -3,99, 4% sebesar 21,86, dan 6% sebesar 31,88 mengakibatkan nilai VFA semakin naik. Semakin besar nilai VFA maka campuran semakin awet, karena nilai VFA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap ar dan udara serta sifat elastisitas campuran. Pada grafik VFA dapat dilihat bahwa batas minimum sebebsar 65% dari hasil pengujian pada aspal campuran plastik HDPE tidak ada yang memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018.

g. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat tercapai persyaratan stabilitas, VMA, VIM,VFB, Flow, dan marshall quotient (MQ) dalam penentuan kadar aspal optimum untuk menetapkan berapa besarnya kadar aspal efektif dalam campuran yang diperlukan untuk pembuatan benda uji baru dengan komposisi agregat sama namun dengan kadar aspal optimum yang telah ditentukan. Berikut ini kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian marshall pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. kadar aspal optimum(KAO)

$$\text{Kadar Aspal Optimum} = \frac{\text{KA MIN+KA Maks}}{2} = \frac{4{,}75\%+5{,}5\%}{2} = 5{,}125\%$$

Dimana:

KA Min = Kadar aspal minimum sebesar 4,75%

KA Maks = Kadar aspal maksimal sebesar 5,5%

Berdasarkan gambar 4.14 menujukan nilai stabilitas, VMA, VIM, VFB, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ) yang memenuhi spesifikasi untuk semua karakteristik dalam campuran 4.5%, 5%, dan 5.5% Sehingga nilai. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh adalah 5.125%

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada Asphalt concrete-wearing course (AC-WC) dengan penambahan limbah plastik, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini ialah:

Hasil pengujian marshall pada aspal ac wc tanpa menggunakan Plastik *Polypropilene* (PP) dan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) menggunakan kadar 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% terdapat hanya stabilitas, VMA, VIM, VFB dan MQ yang memenuhi spesifikasi sedangkan Flow tidakmemenuhi spesifikasi.

Hasil perbandingan marshall pada aspal ac-wc menggunakan plastik *Polypropilene (PP)*dan Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) menggunakan kadar 2%, 4% dan 6% terdapat hanya nilai stabilitas, VMA, dan, MQ yang memenuhi spesifikasi bina marga 2018 sedangkan VFA, VIM, dan, FLOW tidak memenuhi spesifikasi. hal ini dikarenakan rendahnya kerapatan campuran aspal terhadap air dan udara.

Referensi

Anas tahir., (2009). Karakteristik campuran beton aspal (AC-WC) dengan menggunakan variasi filler abu terbang batu bara. Jurnal SMARTEK.

Arif. S (2018). Alternatif penggunaan plastic polypropylene pada campuran aspal Al-Hadidy,A.I dan Qiu, T.Y. (2008), Effect of Polyethylene on Life Flexible Pavements, Construction and Building Materials. Vol.23: 1456-1464.

Al-Hadidy,A.I dan Qiu, T.Y., (2009), Mechanistic Approach for Polypropylene- modified Flexible Pavements, Construction and Building Materials, Vol. 30:1133-1140.

Aspal Beton untuk Jalan Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1737-1989. Tata Cara Pelaksanaan Lapis Raya.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1969-1990, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Air Agregar agregat kasar.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-2417 19991, Metode Pengujian Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles.

Badan Standarisasi Nasional, SNI 06-2432-1991, Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan aspal.

Bina Marga (1995), Syarat Gradasi Bahan pengisi Campuran Aspal, Jakarta.

Bina Marga, (1999), Pedoman Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum

Catt, O.V., 2004. Investigation of polymer modified asphalt by shear and tensile compliances. Material Characterization for Inputs into AASHTO 2002 Guide Session of the 2004 Annual Conf. Transportation Assoc. Canada, Québec City, Québec.

Coplantz, J.S. et al., 1993. Review of relationships between modified asphalt properties and pavement performance. SHRP-A-631, Strategic Highway Res. Program, National Res. Council Washington, USA.Departemen Pekerjaan Umum (2006), Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, Jakarta.

Hamzani (2021). Karakteristik campuran aspal beton dengan substitusi limbah high density polyethylene (HDPE) menggunakan gradasi rapat dan terbuka.

Kartikasari. D & Arif. M (2018). Pengaruh penambahan limbah plastik pada campuran laston (ac-wc) terhadap karakteristik marshall.

Kasmaida (2022). Uji experimental variasi agregat halus pada campuran asphalt AC-BC.

Novrianto,I,B.,(2016). Pengaruh penambahan limbah plastic sebagai bahan tambah pada beton aspal AC-WC dengan filler gypsum.

Pravitasari dan Anita (2009). Simbol daur ulang pada botol dan kemasan plastik.

Putra, H.P & Yebi, Y (2010). Studi pemanfaatan sampah plastik menjadi produksi dan jasa kreatif

Rahmawati, A (2011), Utilizing High Density Polyethylene (HDPE) Sinthetic Aggregate as a Chip Sealing Material in Improving Skid Resistance, Jurnal Semesta Teknika Vol 14 No 2, November 2011.

Novrianto,I,B.,(2016). Pengaruh penambahan limbah plastic sebagai bahan tambah pada beton aspal AC-WC dengan filler gypsum.

Rahmawati. A (2017). Perbandingan penggunaan polypropylene (PP) dan high density polyethylene (HDPE) pada campuran laston_WC.

Rahmawati. A &Rizana. R (2013). Pengaruh penggunaan limbah plastic polipropilene sebagai pengganti agregat pada campuran laston terhadap karakteristik marshall (105M).