

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS *HDPE (High Density Polyethylene)* DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

¹Monica Natalia Melenia Viegas, ²Akhmad Maliki, ³Akbar Bayu Kresno Suharso

^{1,2,3}*Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*

E-mail : 1monicanataliaaaa@gmail.com, 2maliki.ts@uwks.ac.id, 3akbarbks@uwks.ac.id

ABSTRAK: Agregat halus yang digunakan pada Laston biasanya berupa pasir sungai. Penggunaan pasir sungai saat ini menyebabkan terganggunya ekosistem sungai tersebut sehingga perlu memanfaatkan pasir laut yang relatif masih memungkinkan untuk dieksploitasi. Penelitian ini menggunakan pasir laut untuk campuran aspal serta penambahan berupa plastik jenis HDPE (*High Density Polyethylene*), dimaksudkan untuk meningkatkan berbagai karakteristik aspal, terutama dalam meningkatkan nilai stabilitas. Campuran agregat menggunakan pasir laut sebagai agregat halus dan plastik jenis *High Density Polyethylene* dengan variasi kadar plastik yaitu 2, 4, 6 persen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran aspal dengan pasir laut dan penambahan plastik jenis *High Density Polyethylene* pada campuran aspal mempengaruhi nilai karakteristik *Marshall*. Nilai VMA terendah diperoleh pada HDPE 6 persen dengan kadar aspal 4,5 persen sebesar 17,37 persen lebih rendah dibanding aspal tanpa HDPE. Nilai VIM terendah diperoleh pada HDPE 2 persen dengan kadar aspal 5,5 persen sebesar 3 persen lebih rendah dibanding aspal tanpa HDPE. Nilai VFA tertinggi terletak pada HDPE 6 persen dengan kadar aspal 5,5 persen sebesar 78,62 persen dan nilai terendah terletak pada HDPE 0 persen dengan kadar aspal 4,5 persen sebesar 67,89 persen. Nilai stabilitas tertinggi terletak pada HDPE 4 persen dengan kadar aspal 4,5 persen sebesar 1065,22 kg dan nilai terendah pada HDPE 0 persen dengan kadar aspal 5,5 persen sebesar 941,718 kg. Nilai *flow* tertinggi pada HDPE 4% dengan kadar aspal 5,5 sebesar 3,8 mm dan nilai terendah terletak pada HDPE 0 persen dengan kadar aspal 4,5 persen sebesar 3,4 mm. Nilai *Marshall quotient* terendah terletak pada HDPE 4 persen dengan kadar aspal 5,5 persen sebesar 255,94 kg/mm lebih rendah dibanding aspal tanpa HDPE. Dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa campuran paling optimal yaitu pada campuran aspal dengan HDPE 4 persen yang dapat dilihat pada karakteristik pengujian *Marshall*

Kata Kunci : Aspal Beton, *Marshall*, HDPE, Pasir Laut

1. PENDAHULUAN

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah dan lapis tanah dasar. Lapis yang terletak paling atas (*surface course*) atau disebut dengan lapis permukaan, biasanya dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan konsistensi yang tinggi dan tahan lama (Sukirman, 1999). Salah satu jenis lapisan permukaan yang umum digunakan, termasuk di Indonesia adalah lapisan aspal beton (Laston). Lapisan aspal beton adalah lapisan permukaan yang bersifat struktural dan kedap air, berfungsi sebagai lapisan penahan beban roda kendaraan dan merupakan lapisan pada konstruksi jalan, terdiri atas campuran aspal keras yang memiliki gradasi menerus, dicampur, dan dipadatkan dengan suhu tertentu (Sukirman, 1992). Aspal beton (laston) terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus dan *filler* sisanya

merupakan bahan pengikat (bitumen). Agregat adalah elemen yang cukup berpengaruh sebagai bahan penyusun campuran aspal khususnya agregat halus. Seiring dengan meningkatnya pembangunan jalan, maka semakin tinggi juga permintaan terhadap bahan dasar tersebut, serta kualitas yang memenuhi persyaratan. Berdasarkan survey lapangan ketersediaan bahan dasar untuk campuran aspal tidak sama, yang mengakibatkan di daerah tertentu harga agregat menjadi mahal dan berdampak terhadap mahalnya harga pembangunan jalan. Pemanfaatan secara maksimal sumber daya alam setempat dilakukan sebagai salah satu upaya penghematan (Refi A, 2015). Agregat halus yang digunakan pada Laston biasanya berupa pasir sungai, yang mengandung bahan organik. Penggunaan pasir sungai saat ini menyebabkan terganggunya ekosistem sungai tersebut sehingga perlu memanfaatkan pasir laut yang relatif masih memungkinkan untuk dieksploitasi. Alasan menggunakan pasir laut

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

(Monica Natalia Melenia Viegas, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

yaitu sebagai alternatif bahan pengganti agregat halus selain menggunakan pasir sungai, keterbatasan pasir sungai bisa terjadi karena kelangkaan di alam yang menyebabkan harganya menjadi mahal. Di berbagai daerah pasir laut bisa menjadi alternatif material pengganti pasir sungai yang secara fisik tidak jauh berbeda dengan pasir sungai. Selain itu apabila terjadi keadaan darurat seperti daerah pasca gempa atau tsunami sangat sulit untuk mendapatkan agregat halus (Najihan, Hanidya Fatihatun, 2019). Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penggunaan pasir laut sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran aspal dibanding dengan penggunaan pasir sungai. Diharapkan dari hasil penelitian bisa menjadi bahan alternatif untuk agregat halus pada campuran aspal dibanding dengan penggunaan pasir sungai. Diharapkan dari hasil penelitian bisa menjadi bahan alternatif untuk agregat halus sesuai pemanfaatannya dalam pembangunan konstruksi jalan, khususnya pada lapisan pondasi atas (AC – BC) (Ahmad Refi, 2015). Penelitian ini menggunakan pasir laut dari pantai Delegan Gresik, Jawa Timur. Penelitian ini juga menggunakan bahan aditif yang berupa plastik dari jenis HDPE (*High Density Polyethylene*). Plastik jenis ini sering ditemukan dalam bentuk botol plastik yang digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Campuran menggunakan plastik ini dimaksudkan untuk meningkatkan berbagai karakteristik aspal, terutama dalam meningkatkan nilai stabilitas. Jenis plastik HDPE dipilih karena bahan yang relatif mudah didapat, serta bahan yang tidak mengeluarkan asap saat dipanaskan, sehingga relatif lebih aman dan tidak beracun, jika dibandingkan dengan jenis plastik lainnya seperti PVC (Kartika Indah Sari, 2019). Plastik adalah suatu polimer (material sintetik buatan manusia) yang mudah dibentuk, dicetak, mempunyai sifat unik dan luar biasa (Mujiarto, 2005). Plastik merupakan material yang baru secara luas dikembangkan dan digunakan sejak abad ke-20 yang berkembang secara luar biasa penggunaannya dari hanya beberapa ratus ton pada tahun 1930-an, menjadi 150 juta ton/tahun pada tahun 1990-an dan 220 juta ton/tahun pada tahun 2005 (Aminah Asngad, Risky Amella, Nurul Aeni, 2018). Tanggal 5 Agustus 2017 Kementerian PUPR telah mengeluarkan surat edaran nomor SP.BIRKOM/VIII/2017/383 tentang inovasi teknologi dukung percepatan pembangunan infrastruktur PUPR. Salah satu isi dari surat edaran tersebut adalah penggunaan

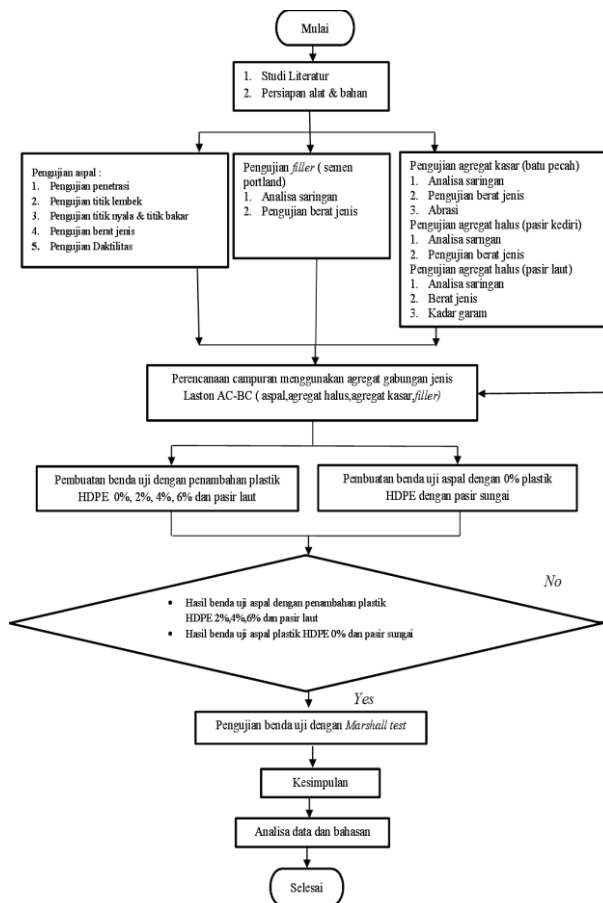
limbah plastik sebagai bahan tambah dalam campuran beraspal. Kementerian PUPR juga telah menggelar uji coba aspal plastik sepanjang 700 meter yang bertempat di Universitas Udayana, Bali. Pemanfaatan limbah plastik sebagai aspal tersebut merupakan salah satu solusi bagi permasalahan sampah plastik, dengan kebutuhan limbah plastik sebanyak 2,5 hingga 5 ton untuk setiap 1 kilometer jalan dengan lebar 7 meter. Uji coba campuran beraspal yang menggunakan limbah plastik di Bali telah digunakan pula di Tahun 2018 di Provinsi Sulawesi Selatan yaitu di jalan Bandara lama Sultan Hasanuddin di Maros. Tahun ini, di Provinsi Sulawesi Selatan digunakan pula limbah plastik PP sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC yang diterapkan di Jalan Poros Bukumba-Bira melalui dana APBN. Pemanfaatan limbah plastik sebagai campuran aspal yang tengah dikembangkan oleh Balitbang Kementerian PUPR, merupakan salah satu solusi bagi permasalahan sampah plastik. Balitbang Kementerian PUPR hingga saat ini telah melakukan uji gelar aspal plastik pada beberapa lokasi. Berdasarkan hasil pengujian, aspal yang dihasilkan lebih lengket jika dibandingkan dengan aspal yang tidak menggunakan plastik sebagai campuran. Ini berarti stabilitas aspal dan ketahanannya lebih baik. Kadar bahan pengisi (*filler*) pada campuran beraspal sangat mempengaruhi sifat campuran beraspal tersebut, jika terlalu banyak kadar bahan pengisi maka campuran tersebut akan menjadi kaku dan mudah retak. Namun sebaliknya apabila kadar bahan pengisi pada campuran terlalu sedikit maka akan membuat campuran tersebut menjadi sangat lentur dan mudah terdeformasi oleh beban lalu lintas sehingga jalan tersebut akan bergelombang (Okta Saputra, 2010). Jenis bahan pengisi yang digunakan pada penelitian ini adalah semen portland tipe I. Penelitian aspal modifikasi ini diharapkan dapat menghasilkan suatu alternatif baru dalam meningkatkan kinerja dari perkerasan jalan serta dapat memberikan inovasi baru untuk mengembangkan material pencampuran aspal beton.

2. METODE PENELITIAN

2.1 metode

Penelitian ini berupa pembuatan benda uji, perawatan benda uji serta pengujian benda uji yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Penelitian ini menggunakan campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) yang terdiri

dari agregat kasar, agregat halus, aspal, *filler* dan bahan *additive*. Pasir laut digunakan untuk bahan pengganti agregat halus dan bahan *additive* yang digunakan yaitu plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE). Variasi penggunaan plastik HDPE yaitu sebesar 0%, 2%, 4% dan 6%.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Rancangan Campuran Aspal

Rancangan campuran aspal ini menggunakan metode *Marshall*. Langkah-langkah pencampuran ialah sebagai berikut :

- 1) Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran yang digunakan dari Spesifikasi Bina Marga 2010, dalam hal ini spesifikasi yang digunakan yaitu spesifikasi aspal campuran AC-BC.
- 2) Merancang dan menentukan agregat yang dipilih kemudian menghitung jumlah butiran yang lolos dan tertahan saringan no.4.
- 3) Mendapatkan kadar aspal dalam campuran menggunakan rumus :

$$P_b = (0,035 \times \% \text{ batu pecah}) + (0,045 \times \% \text{ pasir}) + (0,18 \times \% \text{ filler}) + 0,5 \dots\dots\dots(1)$$
- 4) Dari perhitungan kadar aspal optimum diperoleh kadar aspal rencana. Kadar aspal yang dipakai pada campuran aspal panas

pada penelitian ini adalah 1 kadar aspal di bawah nilai P_b dan 1 kadar aspal di atas nilai P_b , dengan perbedaan masing-masing 0,5%. Yaitu (4,5% , 5% dan 5,5%).

- 5) Membuat benda uji dengan komposisi penggunaan pasir laut dengan variasi kadar plastik HDPE 2%, 4% dan 6% dan aspal dengan kadar plastik 0% tanpa penggunaan pasir laut.
- 6) Hubungan nilai karakteristik Marshall dengan variasi bahan tambah tersebut dilakukan perendaman benda uji selama 24 jam. Kemudian dilakukan pengujian *Marshall*.

Tabel 1. Gradasi Campuran Laston

Ukuran ayakan		% Berat yang lolos laston (AC)		
(inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 1/2 "	37,5	-	-	100
1 "	25	-	100	90-100
3/4 "	19	100	90-100	76-90
3/8 "	12,5	90-100	75-90	60-78
No.4	9,5	77-90	66-82	52-71
No.8	4,75	53-69	46-64	35-54
No.16	2,36	35-53	30-49	23-41
No.30	1,18	21-40	18-38	13-30
No.50	0,6	14-30	12-28	10-22
No.50	0,3	9-22	7-20	6-15
No.100	0,15	6-15	5-13	4-10
No.200	0,075	4-9	4-8	3-7

2.3 Pembuatan Benda Uji

Terdapat empat bahan campuran yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu agregat kasar, agregat halus, *filler* dan bahan *additive*. Agregat halus yang digunakan untuk pengganti pasir biasa yaitu pasir laut dan *filler* yang digunakan yaitu semen portland. Agregat dan *filler* ditimbang sesuai fraksi ukurannya berdasarkan gradasi yang digunakan. Berat total agregat campuran adalah berat agregat yang dapat menghasilkan satu benda uji padat setinggi 6,35 cm dengan diameter 10,2 cm. Pada umumnya berat agregat campuran adalah 1200 gram sesuai dengan volume *mold*. Prosedur pembuatan benda uji untuk campuran aspal adalah:

1) Komposisi penggunaan pasir laut dan plastik HDPE

Penggunaan pasir laut dilakukan pada campuran aspal menggunakan bahan tambah berupa plastik HDPE dengan variasi kadar 2%, 4%, 6% sedangkan untuk aspal dengan campuran 0% kadar plastik menggunakan pasir biasa. Sebelum menggunakan pasir laut sebagai agregat halus perlu dilakukan perendaman dengan air bersih kurang lebih 3-7 hari cara ini berupaya untuk

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS *HDPE* (*High Density Polyethylene*) DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

(Monica Natalia Melenia Viegas, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

meminimalisir kadar garam yang terkandung dalam pasir laut tersebut.

2) Jumlah benda uji

Jumlah benda uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu berjumlah 12 benda uji yaitu masing-masing satu benda uji dengan kadar aspal yang sudah direncanakan yaitu 4,5%, 5% dan 5,5 % serta dengan menggunakan variasi kadar plastik HDPE yaitu sebesar 2%, 4% dan 6%.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji

Kadar plastik HDPE	Benda uji		
	4,50%	5%	5,50%
Plastik HDPE 0% dan pasir sungai	1	1	1
Plastik HDPE 2% dan pasir laut	1	1	1
Plastik HDPE 4% dan pasir laut	1	1	1
Plastik HDPE 6% dan pasir laut	1	1	1
Jumlah benda uji	12		

3) Persiapan benda uji

Bersihkan bahan yang akan digunakan untuk benda uji kemudian keringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Pisahkan agregat kasar, agregat halus dan *filler* yang sudah ditimbang sesuai dengan komposisi yang akan dipakai agar memudahkan waktu pencampuran. bersihkan mold yang akan dipakai untuk cetakan benda uji lalu buat alas benda uji sesuai dengan diameter benda uji yang dipakai lalu oleskan diameter cetakan dengan oli agar mempermudah untuk melepaskan benda uji.

4) Pembuatan campuran

Panaskan agregat dan filler yang digunakan sesuai dengan komposisi yang diperlukan dengan cara disangrai hingga dengan suhu 110°C. Panaskan aspal dan lelehkan plastik yang diperlukan sesuai dengan kadar, lalu campur aspal yang telah panas dengan plastik yang dilelehkan tersebut hingga homogen setelah itu tuangkan aspal yang telah panas ke dalam wajan yang berisi agregat dan filler yang telah dipanaskan lalu aduk campuran hingga merata.

5) Pemadatan campuran

Setelah campuran aspal mencapai 160°C pindahkan campuran aspal yang telah di panaskan ke dalam cetakan yang telah dilapisi kertas lalu isi penuh cetakan kemudian ratakan, lalu letakan cetakan yang sudah terisi penuh dengan campuran pada alat penumbuk. Tusuk

bagian pinggir hingga tengah benda uji, setelah itu tumbuk cetakan sebanyak 75 kali.

6) Perawatan benda uji

Benda uji yang telah dipadatkan kemudian dikeluarkan menggunakan dongkrak hidrolik setelah itu letakan benda uji pada tempat atau permukaan yang rata untuk didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang hingga mengeras.

2.4 Pengujian benda uji

Benda uji yang telah di cetak lalu ditimbang dalam keadaan kering kemudian didiamkan selama 24 jam setelah itu timbang benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh. Kemudian benda uji di rendam menggunakan *waterbath* dalam suhu 60°C selama 30 menit lalu dilakukan pengujian menggunakan alat uji *Marshall*. Pada saat pengujian menggunakan alat *Marshall* dilakukan pembacaan stabilitas dan kelelahan pada arloji

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Tabel 3. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan		Satuan
		Min	Maks	
Berat jenis bulk	2,76	2,5	-	gr/cc
Berat jenis SSD	2,83	2,5	-	gr/cc
Berat jenis semu	2,96	2,5	-	gr/cc
Penyerapan	2,44	-	3	%

Dari Tabel 3 hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar telah memenuhi spesifikasi bina marga.

3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir Sungai)

Tabel 4. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan		Satuan
		Min	Maks	
Berat jenis bulk	2,56	2,5	-	gr/cc
Berat jenis SSD	2,63	2,5	-	gr/cc
Berat jenis semu	2,75	2,5	-	gr/cc
Penyerapan	2,67	-	3	%

Dari Tabel 4 hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus telah memenuhi spesifikasi bina marga.

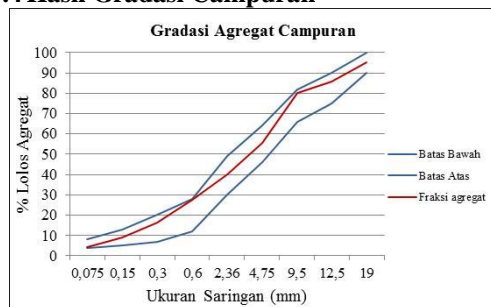
3.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir Laut)

Tabel 5. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Pasir Laut

Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan		Satuan
		Min	Maks	
Berat jenis bulk	2,62	2,5	-	gr/cc
Berat jenis SSD	2,66	2,5	-	gr/cc
Berat jenis semu	2,73	2,5	-	gr/cc
Penyerapan	1,63	-	3	%
Kadar garam	0,52	-		%

Dari Tabel 5 hasil pengujian berat jenis dan penyerapan pasir laut telah memenuhi spesifikasi bina marga.

3.4 Hasil Gradasi Campuran

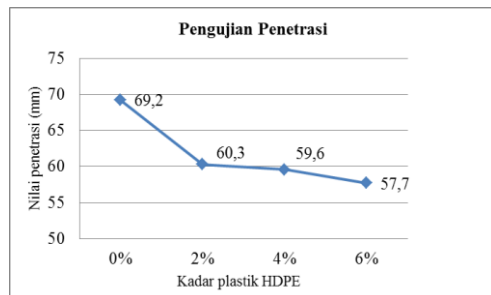


Gambar 2. Gradasi Campuran Agregat

3.5 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal

Tabel 6. Hasil Uji Penetrasi Aspal

% Kadar Aspal HDPE	Penetrasi (mm)	Acuan	Syarat
0%	69,2		50-80
2%	60,3	SNI	(mm)
4%	59,6	2456-1991	
6%	57,7		



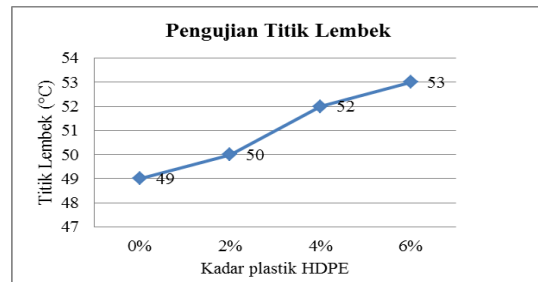
Gambar 3. Hasil Uji Penetrasi Aspal

Dari Tabel 6 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai penetrasi mengalami penurunan seiring penambahan kadar plastik. Nilai penetrasi telah memenuhi spesifikasi SNI yang dipakai.

3.6 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal

Tabel 7. Hasil Uji Titik Lembek Aspal

% Kadar Plastik HDPE	Titik Lembek (° C)	Acuan	Syarat (° C)
0%	49		
2%	50	SNI	> 48
4%	52	2434-2011	
6%	53		



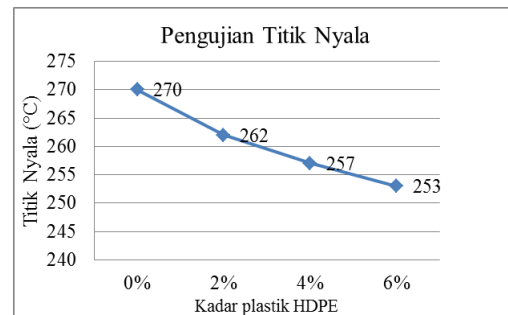
Gambar 4. Hasil Uji Titik Lembek Aspal

Dari Tabel 7 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai titik lembek mengalami kenaikan seiring penambahan kadar plastik. Nilai titik lembek telah memenuhi spesifikasi SNI yang dipakai.

3.7 Hasil Pengujian Titik Nyala dan Bakar Aspal

Tabel 8. Hasil Uji Titik Nyala dan Bakar Aspal

%Kadar Plastik HDPE	Titik Nyala (°C)	Acuan	Syarat
0%	270		Minimal
2%	262	SNI	232°C
4%	257	2433-2011	
6%	253		



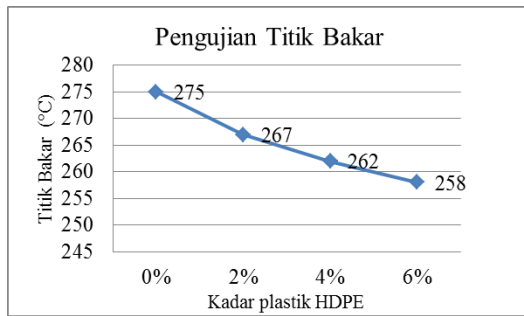
Gambar 5. Hasil Uji Titik Nyala Aspal

Tabel 9. Hasil Uji Titik Bakar Aspal

% Kadar Plastik HDPE	Titik Bakar (°C)	Acuan	Syarat
0%	275		Minimal
2%	267	SNI	232°C
4%	262	2433-2011	
6%	258		

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS *HDPE* (*High Density Polyethylene*) DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

(Monica Natalia Melenia Viegas, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)



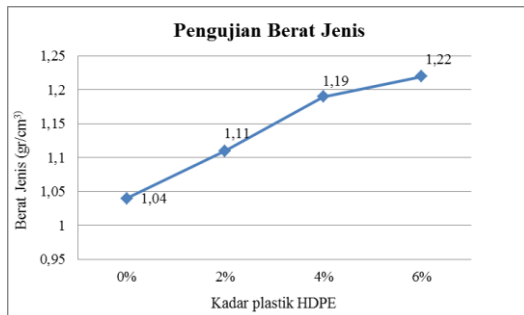
Gambar 6. Hasil Uji Titik Bakar Aspal

Dari Tabel 8 dan 9 serta Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa nilai titik nyala dan titik bakar mengalami penurunan seiring penambahan kadar plastik. Nilai titik nyala dan titik bakar telah memenuhi spesifikasi SNI yang dipakai.

3.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal

Tabel 10. Hasil Uji Berat Jenis Aspal

%Kadar Plastik HDPE	Berat Jenis (gr/cm^3)	Acuan	Syarat
0%	1,04		
2%	1,11	SNI	>1
4%	1,19	2441-2011	gr/cm^3
6%	1,22		



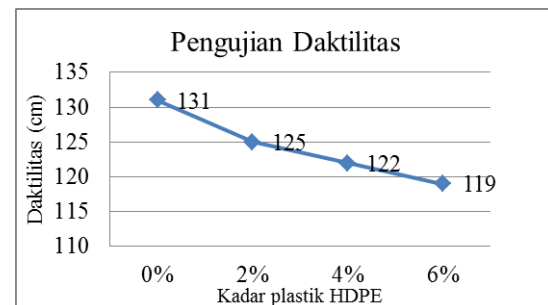
Gambar 7. Hasil Uji Berat Jenis Aspal

Dari Tabel 10 dan Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai berat jenis mengalami kenaikan seiring penambahan kadar plastik. Nilai berat jenis telah memenuhi spesifikasi SNI yang dipakai.

3.9 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal

Tabel 11. Hasil Uji Daktilitas Aspal

% Kadar Plastik HDPE	Daktilitas (cm)	Acuan	Syarat
0%	131		
2%	125	SNI	Minimal
4%	122	2432-2011	100 cm
6%	119		



Gambar 8. Hasil Uji Daktilitas Aspal

Dari Tabel 11 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai daktilitas mengalami penurunan seiring penambahan kadar plastik. Nilai daktilitas telah memenuhi spesifikasi SNI yang dipakai.

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

(Monica Natalia Melenia Viegas, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

3.10 Hasil Pengujian Marshall

Karakteristik *Marshall* yang akan dihitung yaitu: VMA, VIM, VFA, Stabilitas, Kelelehan, Marshall Quotient. Berikut adalah hasil pengujian dari benda uji sesuai dengan penambahan kadar plastik yang dipakai :

1) Hasil Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 0%

Tabel 12. *Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 0%*

Parameter	Spesifikasi	% Kadar Aspal			Keterangan
		4,5%	5%	5,5%	
VIM (%)	3 – 5 %	4,06	3,41	3,31	Memenuhi
VMA (%)	> 14%	18,154	18,956	20,199	Memenuhi
VFA (%)	> 65%	67,89	69,97	72,80	Memenuhi
Stabilitas (Kg)	> 800 kg	1003,467	972,594	941,718	Memenuhi
Kelelehan (mm)	> 3 mm	3,4	3,6	3,6	Memenuhi
Marshall Quotient (Kg/mm)	> 250 kg/mm	295,138	270,165	261,588	Memenuhi

2) Hasil Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 2%

Tabel 13. *Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 2%*

Parameter	Spesifikasi	% Kadar Aspal			Keterangan
		4,5%	5%	5,5%	
VIM (%)	3 – 5 %	4,16	3,25	3,0	Memenuhi
VMA (%)	> 14%	17,748	18,289	19,368	Memenuhi
VFA (%)	> 65%	68,92	70,21	73,27	Memenuhi
Stabilitas (Kg)	> 800 kg	1034,35	988,032	957,156	Memenuhi
Kelelehan (mm)	> 3 mm	3,5	3,5	3,6	Memenuhi
Marshall Quotient (Kg/mm)	> 250 kg/mm	295,527	282,295	265,877	Memenuhi

3) Hasil Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 4%

Tabel 14. *Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 4%*

Parameter	Spesifikasi	% Kadar Aspal			Keterangan
		4,5%	5%	5,5%	
VIM (%)	3 – 5 %	4,92	4,60	4,27	Memenuhi
VMA (%)	> 14%	17,858	18,841	19,37	Memenuhi
VFA (%)	> 65%	68,92	72,36	75,26	Memenuhi
Stabilitas (Kg)	> 800 kg	1065,22	1003,47	972,594	Memenuhi
Kelelehan (mm)	> 3 mm	3,7	3,7	3,8	Memenuhi
Marshall Quotient (Kg/mm)	> 250 kg/mm	287,898	271,201	255,946	Memenuhi

4) Hasil Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 6%

Tabel 15. *Pengujian Marshall Aspal dengan HDPE 6%*

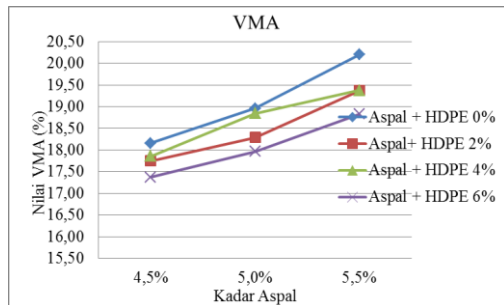
Parameter	Spesifikasi	% Kadar Aspal			Keterangan
		4,5%	5%	5,5%	
VIM (%)	3 – 5 %	4,58	3,81	3,37	Memenuhi
VMA (%)	> 14%	17,371	17,967	18,826	Memenuhi
VFA (%)	> 65%	71,09	74,22	78,62	Memenuhi
Stabilitas (Kg)	> 800 kg	1034,35	1003,47	988,032	Memenuhi
Kelelehan (mm)	> 3 mm	3,6	3,7	3,7	Memenuhi
Marshall Quotient (Kg/mm)	> 250 kg/mm	287,318	271,208	267,036	Memenuhi

PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS HDPE (*High Density Polyethylene*) DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

(Monica Natalia Melenia Viegas, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

3.11 Hubungan Grafik Marshall

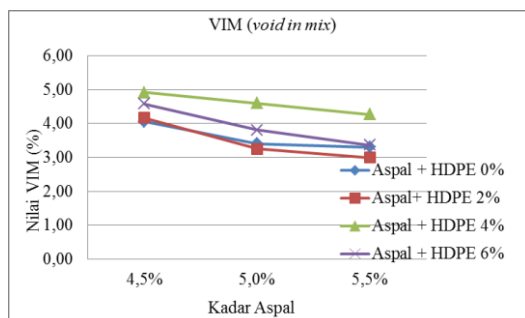
1) Hubungan Grafik VMA



Gambar 9. Hasil VMA

VMA atau yang lebih dikenal dengan rongga dalam agregat merupakan salah satu parameter penting dalam rancangan campuran aspal, karena pengaruhnya terhadap ketahanan daHri campuran aspal. Hasil VMA pada Gambar 9 menunjukkan bahwa VMA mengalami peningkatan dari setiap penambahan kadar aspal. Aspal 0% plastik HDPE dengan kadar aspal 5,5% memiliki nilai VMA lebih tinggi dari aspal yang tercampur dengan plastik HDPE yaitu sebesar 20,20% sedangkan nilai VMA terendah terletak pada aspal 6% plastik HDPE dengan kadar aspal 4,5% yaitu sebesar 17,37%. Nilai VMA yang didapatkan memenuhi spesifikasi bina marga yaitu $>14\%$.

2) Hubungan Grafik VIM

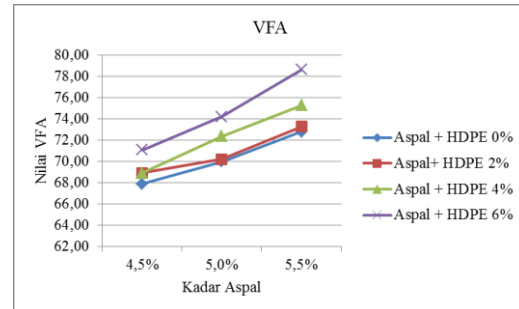


Gambar 10. Hasil VIM

Nilai VIM menunjukkan nilai persentase rongga dalam suatu campuran aspal, semakin besar nilai VIM menunjukkan campuran berongga banyak (*porous*). Proses ini mengakibatkan udara dan air mudah masuk ke dalam lapisan perkerasan sehingga berakibat mempercepat penuaan aspal. Hasil VIM pada Gambar 10 menunjukkan bahwa VIM mengalami penurunan dari setiap penambahan kadar aspal. Aspal 4% plastik HDPE dengan kadar aspal 4,5% memiliki nilai VIM tertinggi yaitu sebesar 4,92% sedangkan nilai terendah terletak pada

aspal 2% plastik HDPE dengan kadar aspal 5,5% yaitu sebesar 3,0%. Nilai VIM yang didapatkan memenuhi spesifikasi bina marga yaitu 3-5%.

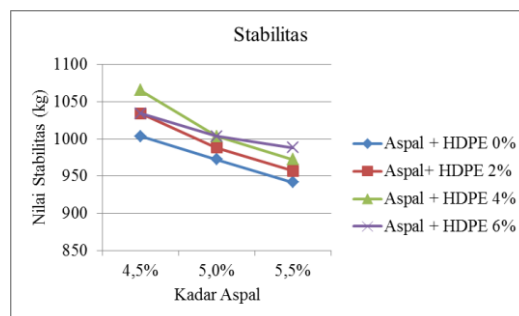
3) Hubungan Grafik VFA



Gambar 11. Hasil VFA

Nilai VFA (*void filled with asphalt*) merupakan nilai yang menunjukkan seberapa banyak rongga yang terisi aspal di dalam suatu campuran aspal. Hasil VFA pada Gambar 11 menunjukkan bahwa VFA mengalami peningkatan dari setiap penambahan kadar aspal. Aspal 6% plastik HDPE dengan kadar aspal 5,5% memiliki nilai VFA tertinggi yaitu sebesar 78,62% sedangkan nilai VFA terendah terletak pada aspal 0% plastik HDPE dengan kadar aspal 4,5% yaitu sebesar 67,89%. Nilai VFA yang didapatkan memenuhi spesifikasi bina marga yaitu $>65\%$.

4) Hubungan Grafik Stabilitas

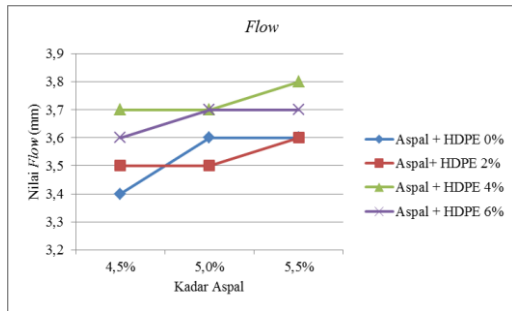


Gambar 12. Hasil Stabilitas

Stabilitas merupakan faktor penting dalam menjelaskan kinerja suatu campuran dalam menahan beban, stabilitas merupakan suatu kemampuan lapisan menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya. Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai yang ditunjukkan oleh jarum *dial* pada *proving ring* stabilitas yang dipasang pada alat *Marshall Test*, kemudian dikonversikan dengan tabel kalibrasi sesuai *proving ring* yang digunakan. Hasil stabilitas pada Gambar 12 menunjukkan

bahwa nilai stabilitas mengalami penurunan pada setiap penambahan kadar aspal. Aspal 4% plastik HDPE dengan kadar aspal 4,5% memiliki nilai stabilitas tertinggi yaitu sebesar 1065,22 kg sedangkan nilai terendah terletak pada aspal 0% plastik HDPE dengan kadar aspal 5,5%. Nilai stabilitas yang didapatkan telah memenuhi spesifikasi bina marga yaitu sebesar > 800 kg.

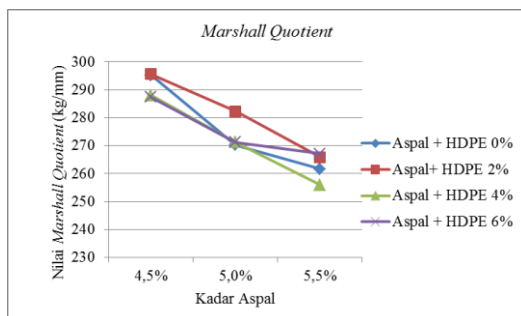
5) Hubungan Grafik Kelelahan



Gambar 13. Hasil Kelelahan

Kelelahan menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Nilai kelelahan dapat dilihat pada arloji pada saat uji *Marshall*. Nilai kelelahan pada Gambar 13 menunjukkan bahwa kelelahan mengalami sedikit peningkatan dan cenderung konstan. Aspal plastik 4% dengan kadar aspal 5,5% memiliki nilai kelelahan tertinggi yaitu sebesar 3,8 mm sedangkan nilai terendah terletak pada aspal plastik 0% dengan kadar aspal 4,5% yaitu sebesar 3,4 mm. Nilai kelelahan yang didapatkan telah memenuhi spesifikasi bina marga yaitu minimal 3% .

6) Hubungan Grafik Marshall Quotient



Gambar 14. Hasil Marshall Quotient

Nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang merupakan hasil bagi antara nilai stabilitas dengan nilai kelelahan. Nilai marshall quotient pada Gambar 14 menunjukkan bahwa marshall quotient mengalami penurunan pada setiap penambahan kadar aspal. Aspal 2% plastik HDPE dengan kadar aspal 4,5% memiliki nilai *marshall quotient* tertinggi yaitu sebesar 295,527 kg/mm sedangkan nilai terendah terletak pada aspal 4%

plastik HDPE dengan kadar aspal 5,5% yaitu sebesar 255,946 kg/mm. Nilai *marshall quotient* yang didapatkan telah memenuhi spesifikasi bina marga yaitu minimal 250 kg/mm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Nilai kekuatan aspal beton berdasarkan karakteristik pengujian marshall dapat dilihat di bawah ini :
 - Nilai VMA tertinggi terletak pada aspal+ HDPE 0% dengan kadar aspal 5,5 % yaitu sebesar 20,20 % sedangkan nilai terendah ada pada aspal + HDPE 6% dengan kadar aspal 4,5 % sebesar 17,37 %
 - Nilai VIM tertinggi terletak pada aspal + HDPE 4% dengan kadar 4,5 % dengan nilai 4,92 % sedangkan terendah pada aspal+ HDPE 2% dengan kadar aspal 5,5 % sebesar 3 %
 - Nilai VFA tertinggi terletak pada aspal + HDPE 6% dengan kadar aspal 5,5 % sebesar 78,62 % dan nilai terendah pada aspal + HDPE 0% dengan kadar aspal 4,5 % senilai 67,89 %
 - Nilai stabilitas tertinggi terletak pada aspal + HDPE 4% dengan kadar aspal 4,5% senilai 1065,22 kg dan nilai terendah pada aspal + HDPE 0% dengan kadar aspal 5,5 % sebesar 941,718 kg
 - Nilai *flow* tertinggi pada aspal + HDPE 4% dengan kadar 5,5 sebesar 3,8 mm dan nilai terendah terletak pada aspal+ HDPE 0% dengan kadar aspal 4,5 % sebesar 3,4 mm
 - Nilai *marshall quotient* tertinggi terletak pada aspal + HDPE 2% dengan kadar 4,5% senilai 295,52 kg/mm dan nilai terendah pada aspal+ HDPE 4% dengan kadar aspal 5,5 % sebesar 255,94 kg/mm.
- 2) Nilai campuran paling optimal yaitu pada campuran aspal + HDPE 4% yang dapat dilihat pada pengujian *marshall*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa dan juga untuk orangtua serta teman-teman yang selalu memberikan dukungan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Refi., 2015. "Efek pemakaian pasir laut sebagai agregat halus pada campuran aspal panas (AC-BC) dengan pengujian marshall".

**PENGARUH PENGGUNAAN PLASTIK JENIS HDPE (*High Density Polyethylene*)
DENGAN PASIR LAUT TERHADAP DAYA TAHAN LAPIS PERKERASAN ASPAL
BETON**

(Monica Natalia Melenia Viegas, Akhmad Maliki, Akbar Bayu Kresno Suharso)

- Frestilia Pertiwi, Okti Dwi Yanti, Mahmuda , Sumiati., 2018. “Pengaruh Penggunaan Aspal Modifikasi Limbah Plastik Hdpe Terhadap Perubahan Suhu Pada Laston AC-WC”.
- Ida Hadijah1.a, Rofiq Amrulloh2.b., 2016. “Pengaruh Tambahan Serat Polypropylene Terhadap Campuran Aspal Beton AC-WC”.
- Ita Lopang, Nicholas Tedjasukmana, Ardeneline Lara Yana P., Jerry, Amelia Makmur., 2018. “Pengaruh Penggunaan Plastik HDPE Sebagai Bahan Aditif Terhadap Aspal Dengan Agregat Kasar Hasil Limbah Beton”.
- Ratnasari Ramlan dan Novita Pradhani., 2008. “Studi Pemanfaatan Pasir Laut Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton Aspal”.
- Samsul Arif., 2018. “Alternatif Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran Aspal”
- Sri Yuniarti, Rais Rachman, Alpius., 2020. “Studi Karakteristik Campuran AC-BC Berdasarkan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah”.
- Suprayitno, Sri Wiwoho Mudjanarko, Koespiadi, dan Arthur Daniel Limantara., 2019 “Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus Acwc (Asphalt Concrete Wearing Course)”.
- Suroso,T.W 2004 “Suatu cara meningkatkan titik lembek aspal adalah dengan menambahkan plastik”
- Tri Mareta Jaya, Samsul Bahri, Makmum Reza Razali., 2018. “Studi Penggunaan Pasir Laut Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)”.
- SNI 03-1737-1989., “Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan”