

Pemanfaatan Limbah *Polyethylene* pada Campuran Lapis Tipis Aspal Beton

Agus Juhara¹, Hanafi¹, Rifqi Adhyaksa P¹, dan Novan Selamat Nugraha R¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

agus.juhara@lecture.unjani.ac.id, hanafi@lecture.unjani.ac.id, adhyaksarifqi1@gmail.com,

novannugraha24n@gmail.com

Abstrak

Perkerasan lentur merupakan perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Kinerja campuran beraspal perlu ditingkatkan dengan cara memodifikasi campuran beraspal untuk menghasilkan campuran yang kuat, tahan lama dan tahan terhadap deformasi plastis. Untuk menaikkan kinerja campuran beraspal, salah satu caranya adalah dengan memanfaatkan limbah plastik *Polyethylene* (PE). Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) mempunyai kandungan aspal relatif tinggi dibandingkan dengan tipe campuran lainnya karena sifatnya yang kedap air. LATASTON pada penelitian ini dilakukan dengan metode kering yaitu menambahkan limbah plastik *Polyethylene* (PE) yang ditambahkan ke dalam campuran agregat dan aspal panas pada temperatur campuran dan diaduk selama 30 - 45 detik. Variasi kadar limbah plastik *Polyethylene* (PE) yang ditambahkan yaitu 3%, 3,5% dan 4% dari berat aspal. Variasi penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) dengan LATASTON dievaluasi berdasarkan karakteristik dasar campuran aspal dimana hasil pengujian menunjukkan peningkatan pada stabilitas 10 – 20% dan nilai keelehan berada pada 3 – 4mm. Nilai indeks kekuatan sisa menunjukkan dengan penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) dapat meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan dengan persentase 0,55% dibandingkan tanpa penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE). Kadar penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) berada pada rentang 3,5-3,9%.

Kata kunci: Limbah Plastik *Polyethylene* (PE), LATASTON, Metode Kering

Abstract

Flexible pavement is a road pavement that uses asphalt as a binder. Asphalt mixture performance needs to be improved by modifying using particular material to improve its durability and resistance to plastic deformation. To increase the performance of asphalt mixtures, one of the alternatives is to utilize Polyethylene (PE) plastic waste. Hot Rolled Sheet (HRS) has a relatively high asphalt content compared to other types of mixtures because of is waterproof. This study was carried out using the dry method, Polyethylene (PE) plastic waste was added to the aggregate and hot asphalt mixture at the temperature of the mixture. Variations in the content of Polyethylene (PE) plastic waste added are 3%, 3.5%, and 4% by weight of asphalt. The characteristics of the asphalt mixture were the test results showed an increase in stability of 10 - 20% and the melting value was at 3 - 4mm. The residual strength index value shows that the addition of Polyethylene (PE) plastic waste can increase the resistance to damage by a percentage of 0.55% compared to without the addition of Polyethylene (PE) plastic waste. The level of addition of Polyethylene (PE) plastic waste is in the range of 3.5-3.9%

Keywords: Polyethylene (PE) Plastic Waste, Hot Rolled Sheet, Dry Method

1. Pendahuluan

Plastik merupakan limbah yang tidak mudah terurai dan membutuhkan waktu yang lama apabila terurai secara alami. Masalah lingkungan yang sering timbul akibat limbah plastik didaerah perkotaan adalah tercemarnya saluran air, saluran irigasi, sungai-sungai hingga ke daerah pantai. Kondisi ini sering mengakibatkan masalah banjir pada daerah-daerah perkotaan. (Kholidah dkk., 2019) Dalam penelitiannya melihat kontribusi limbah plastik terhadap sampah nasional mencapai 15% yang mana nilai ini menempatkan limbah plastik sebagai kontributor terbesar ke dua setelah limbah organik Pengelolaan sampah plastik menjadi masalah sendiri karena sifat dari bahan plastik yang *non biodegradable* sehingga pengelolaan limbah plastik dengan penimbunan dan pembakaran pun tidak tepat dilakukan. Salah satu hasil dari survei lapangan yang dilakukan di tempat pembuangan sampah sementara jenis kantong keresek dan minuman gelas plastik yang banyak dijumpai, dimana sampah ini sulit terurai dan mencemari lingkungan (Fatimura dkk., 2019).

Info Makalah:

Dikirim : 01-11-23;

Revisi 1 : 11-14-23;

Diterima : 11-15-23.

Penulis Korespondensi:

Telp : -

e-mail : hanafi@lecture.unjani.ac.id



Gambar 1. Tempat Pembuangan Sementara Sampah (Fatimura dkk., 2019)

Pengolahan sampah plastik umumnya adalah melalui konsep 3R yaitu *reduce* atau mengurangi penggunaan dan pembelian barang berbahan plastik, *reuse* atau penggunaan kembali barang berbahan plastik dan *recycle* atau mendaur ulang limbah plastik menjadi barang baru atau bernilai. Alternatif pemanfaatan limbah plastik menjadi bahan tambah bahan konstruksi sudah mulai diteliti salah satunya adalah penggunaan bahan tambah pada perkerasan aspal. (Sjahanulirwan, 2009) dalam penelitiannya menyimpulkan kelemahan perkerasan aspal dibandingkan dengan perkerasan beton, yaitu biaya pemeliharaan yang tinggi, kurangnya ketahanan terhadap beban berat serta membutuhkan energi yang tinggi terutama untuk tipe campuran aspal panas. Penggunaan limbah plastik diharapkan dapat meningkatkan ketahanan pada lalu lintas berat.

Studi mengenai pemanfaatan limbah plastik menjadi material tambah pada perkerasan aspal sudah dilakukan. Sejak lama dengan tujuan meningkatkan kekuatan perkerasan agar dapat digunakan pada lalu lintas berat. (Suroso, 2008) Membandingkan kinerja campuran beraspal konvensional dengan penambahan limbah plastik LDPE metode basah dan kering dimana hasil dari pada pengujian tersebut menunjukkan dengan penambahan limbah plastik pada campuran beraspal lebih baik dibandingkan dengan campuran aspal konvensional. (Susilowati dkk., 2021) melihat bahwa penambahan plastik pada campuran beraspal menyebabkan daya lekat aspal menjadi lebih baik. Menurut (Setyarini & Tajudin, 2018) penggunaan limbah plastik dengan jenis LDPE sebanyak 7 % dari total campuran AC-BC dapat mengurangi sekitar 1.71 ton sepanjang 1 Km. Penelitian karakteristik penambahan limbah plastik dengan jenis LDPE terhadap *ravelling* menunjukkan dengan penambahan limbah plastik pada aspal dapat meningkatkan kualitas campuran beraspal (Susanto dkk., 2021)

Harga limbah plastik diperkirakan lebih murah dibandingkan dengan plastik asli, untuk itu perlu dikembangkan penggunaan limbah sebagai bahan untuk meningkatkan mutu aspal, dengan cara penanganan atau pemrosesan yang mudah dilaksanakan, sehingga selain harga murah sekaligus dapat menanggulangi masalah limbah plastik yang tidak bisa rusak oleh proses biologi (*nonbiodegradable*).

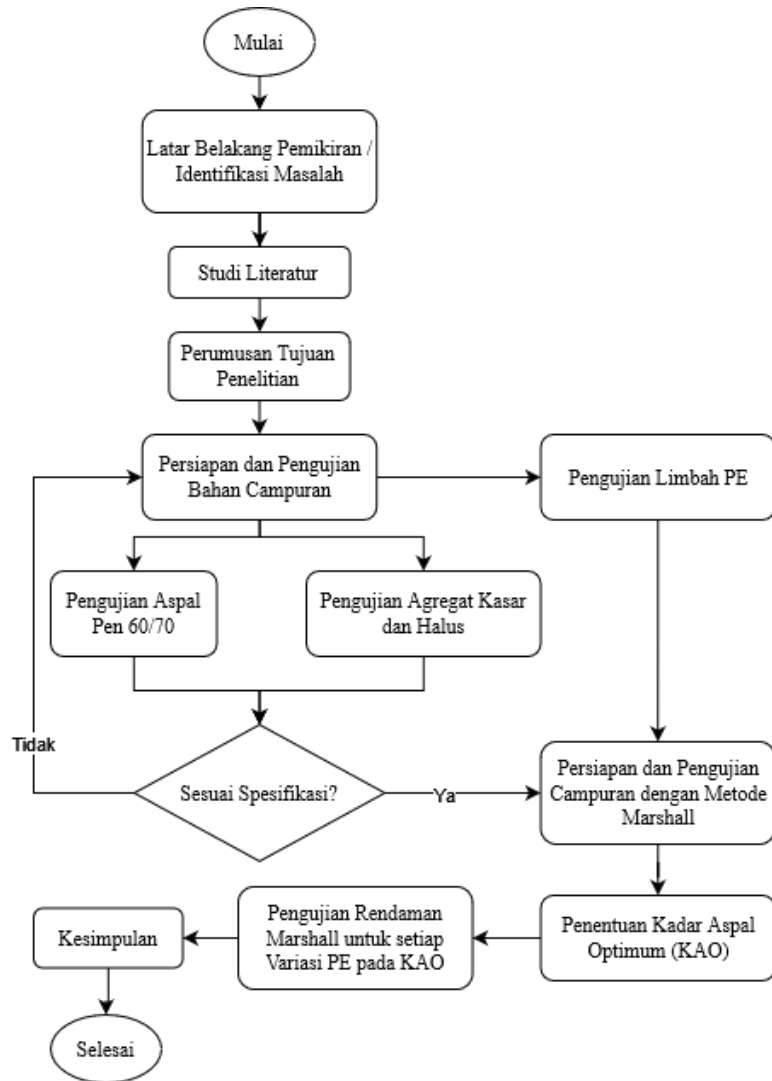
Aspal modifikasi merupakan aspal minyak yang ditambah dengan bahan tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja campuran beraspal. (Permana & Aschuri, 2009) melakukan pengujian untuk mengetahui sifat reologi dasar aspal pen 60/80 dengan modifikasi limbah tas plastik, dimana dengan penambahan limbah tas plastik dapat meningkatkan kinerja aspal secara umum. Penggunaan bahan tambah limbah plastik pada aspal modifikasi lainnya ditinjau oleh (Fikri dkk., 2019) menggunakan limbah botol plastik *polyethylene terephthalate* (PET) menunjukkan semakin tinggi kadar penggunaan limbah PET mempengaruhi elastisitas dari aspal pen 60/70.

Salah satu jenis perkerasan aspal dengan mempunyai sifat lapisan kedap air adalah Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON atau *Hot Rolled Sheet*). Ada 2 jenis gradasi pada campuran LATASTON, yaitu gradasi senjang dan gradasi semi senjang (Hermanus dkk., 2015). Dimana sifat dari pada LATASTON ini Menurut (Azizah & Rahardjo, 2017) campuran aspal LATASTON mempunyai kandungan aspal relatif tinggi yang bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas, keawetan dan ketahanan. Studi ini meninjau sejauh mana aspal modifikasi limbah plastik *polyethylene* (PE) dapat digunakan pada campuran lapis tipis aspal beton (LATASTON) dan diharapkan dapat menjadi bahan tambah berbasis limbah untuk dapat digunakan menjadi aspal modifikasi mutu tinggi. Penggunaan aspal mutu tinggi pada campuran aspal dapat meningkatkan mutu dan durabilitas dari campuran aspal, sehingga campuran aspal tidak mudah rusak. Berdasarkan uraian diatas hipotesis dari penelitian ini adalah mengetahui komposisi penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) yang optimum pada campuran aspal LATASTON.

2. Metode

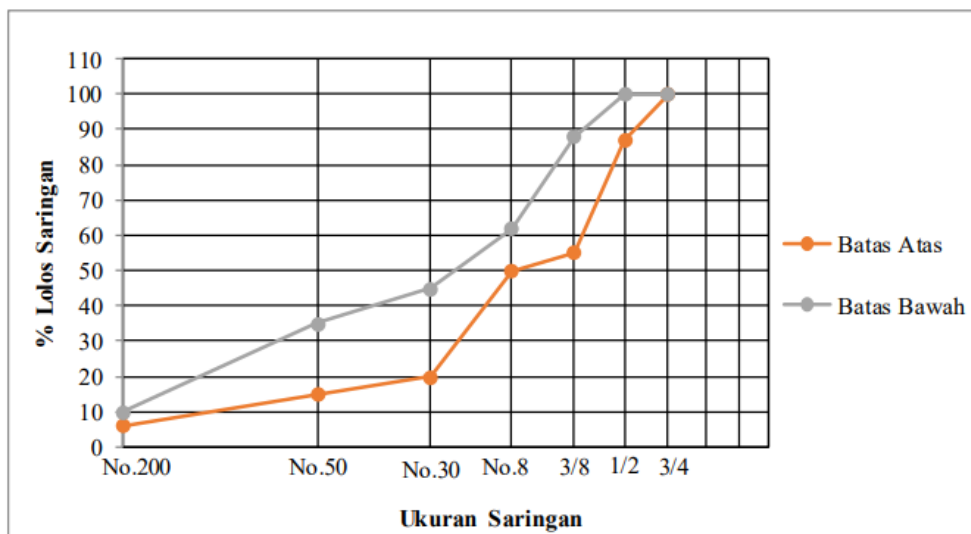
Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium dengan menggunakan aspal pen 60/70, agregat kasar, agregat halus dan bahan tambah limbah plastik *Polyethylene* (PE). Tahapan pengujian dimulai dari pengujian agregat dan aspal. Kemudian dilakukan pengujian campuran aspal dengan metode marshall dan perendaman.

Pengujian campuran aspal dengan modifikasi limbah plastik *polyethylene* (PE) dilakukan dengan metode kering dengan kadar limbah plastik *Polyethylene* (PE) sebesar 3%, 3,5% dan 4% dimasukkan ke dalam agregat panas dengan temperatur campuran kemudian di aduk selama 30-45 detik. Prosedur penelitian dapat dilihat pada diagram alir sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

Data hasil pengujian laboratorium selanjutnya dilakukan analisis data dan dibandingkan dengan batasan dari spesifikasi umum bina marga. Analisis gradasi agregat kasar dan halus di tunjukan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi. Batasan gradasi untuk rancangan penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Gradasi Lapis tipis Aspal Beton.

Pengujian campuran aspal menggunakan metode marshall untuk mengetahui nilai kepadatan (*density*), stabilitas (ketahanan/kekuatan), kelelahan (*flow*), *Marshall Quotient* (MQ), Rongga terisi aspal (VFA atau VFB), Rongga dalam agregat (VMA), dan Rongga dalam campuran (VIM). Campuran aspal dibentuk dari agregat, aspal, filler, dan plastik sebagai modifikasi yang dicampur sampai homogen pada suhu tertentu. Campuran beraspal kemudian dipadatkan dalam cetakan marshall (*mould*) hingga terbentuk menjadi campuran beraspal padat.

Untuk pengujian perendaman marshall dilakukan selama 1×24 jam dengan suhu konstan sebesar 60°C dan dilakukan sebelum pengujian pembebanan diberikan. Perendaman marshall dilakukan untuk mengukur kinerja ketahanan campuran beraspal terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh air dan mengevaluasi pengaruh terhadap variasi penambahan bahan plastik.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian agregat dan aspal dapat dilihat pada tabel dibawah

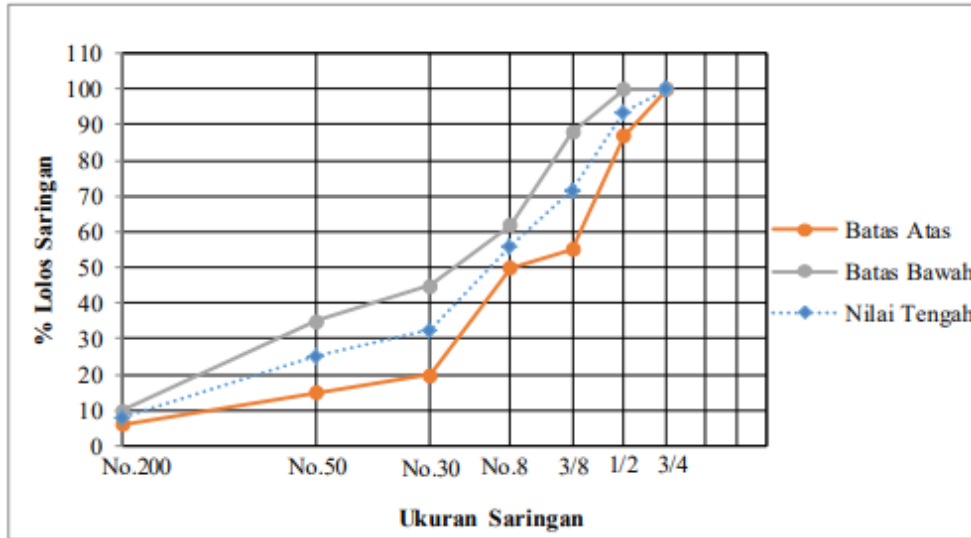
Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
<i>Split</i>				
1	BJ Kering	3.268	Min 2.5	Memenuhi
	BJ SSD	3.359	-	Memenuhi
	BJ <i>Apparent</i>	3.596	-	Memenuhi
	Penyerapan air	2.789	Maks 3%	Memenuhi
2	Keausan Agregat	22.94	Maks 40%	Memenuhi
3	Indeks Kepipihan	23.17	Maks 25%	Memenuhi
4	Indeks Kelonjongan	7.60	Maks 10%	Memenuhi
<i>Screen</i>				
1	BJ Kering	2.706	Min 2.5	Memenuhi
	BJ SSD	2.771	-	Memenuhi
	BJ <i>Apparent</i>	2.895	-	Memenuhi
2	Penyerapan air	2.417	Maks 3%	Memenuhi
3	Keausan Agregat	22.94	Maks 40%	Memenuhi
Abu Batu				
1	BJ Kering	2.583	Min 2.5	Memenuhi
	BJ SSD	2.637	-	Memenuhi
	BJ <i>Apparent</i>	2.730	-	Memenuhi
2	Penyerapan air	2.082	Maks 3%	Memenuhi
3	Lolos Ayakan no. 200	4.538	Maks 10%	Memenuhi
4	Nilai Setara Pasir	61.26	Min 60%	Memenuhi

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Syarat	Keterangan
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	65.7	60-70	Memenuhi
2	Titik Nyala (°C)	305	Min 232 °C	Memenuhi
3	Titik Bakar (°C)	325	Min 232 °C	Memenuhi
4	Berat Jenis Aspal	1.027	Min 1.0	Memenuhi
5	Daktalitas 25°C (cm)	> 100	Min 100 cm	Memenuhi
6	Titik Lembek (°C)	51.5	Min 48 °C	Memenuhi
7	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	390	Min 300 cSt	Memenuhi

Setelah pengujian agregat dan aspal selanjutnya dilakukan perhitungan perancangan campuran aspal LATASTON meliputi proporsi agregat dan perhitungan kadar aspal rencana. Perhitungan proporsi agregat dilakukan berdasarkan nilai tengah dari persyaratan gradasi LATASTON, dengan proporsi agregat kasar 44%, agregat halus 48%, dan abu batu 8%. Amplop rencana gradasi dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4. Rencana Gradasi LATASTON

Analisis penentuan kadar aspal (Pb) menggunakan pendekatan rumus empiris. Adapun persamaan empiris sebagai berikut:

$$Pb = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + K(\%FF) + C \tag{1}$$

Dari hasil analisis diperoleh nilai kadar 6% - 8% dengan interval 0,5%. Kemudian dilakukan pencampuran benda uji dan di uji dengan metode Marshall dengan variasi limbah plastik *polyethylene* (PE) 0%, 3%, 3.5% dan 4% diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Pengujian Campuran Aspal LATASTON Kadar PE 0%

Parameter Campuran	Hasil Pengujian HRS -WC					Spesifikasi
	6	6.5	7	7.5	8	
Kadar Aspal (%)	6	6.5	7	7.5	8	-
Kepadatan	2.11	2.14	2.17	2.19	2.19	-
VMA (%)	31.92	31.34	30.77	30.61	30.79	Min 18
VFB (%)	74.68	78.56	82.86	85.45	87.13	Min 68
VIM (%)	8.09	6.72	5.27	4.45	3.96	4 - 6
Stabilitas (kg)	909	977	1007	1053	1016	Min 800
Kelelehan (mm)	3.4	3.5	3.6	3.8	3.9	Min 3

Tabel 4. Hasil Pengujian Campuran Aspal LATASTON Kadar PE 3%

Parameter Campuran	Hasil Pengujian HRS -WC					Spesifikasi
	6	6.5	7	7.5	8	
Kadar Aspal (%)	6	6.5	7	7.5	8	-
Kepadatan	2.12	2.14	2.15	2.16	2.17	-
VMA (%)	31.75	31.49	31.51	31.37	31.57	Min 18
VFB (%)	72.84	76.13	78.67	82.60	87.59	Min 68
VIM (%)	8.63	7.52	6.72	5.46	3.92	4 - 6
Stabilitas (kg)	1003	1103	1121	1108	1121	Min 800
Kelelehan (mm)	3.4	3.2	3.6	3.9	4.1	Min 3

Tabel 5. Hasil Pengujian Campuran Aspal LATASTON Kadar PE 3,5%

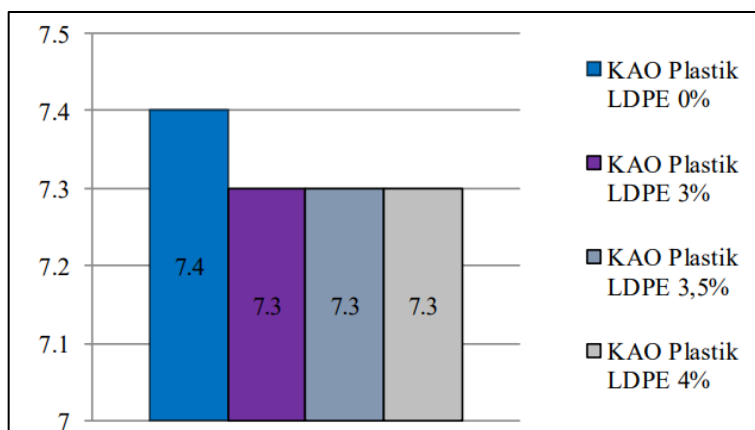
Parameter Campuran	Hasil Pengujian HRS -WC					Spesifikasi
	6	6.5	7	7.5	8	
Kadar Aspal (%)	6	6.5	7	7.5	8	-
Kepadatan	2.13	2.14	2.16	2.17	2.18	-
VMA (%)	31.23	31.26	31.07	31.04	31.36	Min 18
VFB (%)	68.46	75.43	78.25	83.34	91.52	Min 68
VIM (%)	9.85	7.68	6.76	5.17	2.66	4 - 6
Stabilitas (kg)	1004	1154	1205	1233	1229	Min 800
Kelelehan (mm)	3.7	4.0	4.0	4.1	4.2	Min 3

Tabel 6. Hasil Pengujian Campuran Aspal LATASTON Kadar PE 4%

Parameter Campuran	Hasil Pengujian HRS -WC					Spesifikasi
	6	6.5	7	7.5	8	
Kadar Aspal (%)	6	6.5	7	7.5	8	-
Kepadatan	2.12	2.14	2.16	2.17	2.18	-
VMA (%)	31.54	31.26	31.06	31.06	31.36	Min 18
VFB (%)	64.42	72.94	78.97	85.64	92.76	Min 68
VIM (%)	11.22	8.46	6.53	4.46	2.27	4 – 6
Stabilitas (kg)	984	1130	1208	1240	1245	Min 800
Kelelahan (mm)	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	Min 3

3.1. Analisis Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Nilai yang diperoleh untuk KAO *marshall* untuk campuran tanpa penambahan plastik didapat sebesar 7,4% dan untuk variasi penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) 3%, 3,5%, dan 4% masing-masing diperoleh nilai KAO sebesar 7,3% yang dapat dilihat pada Gambar di bawah. Data tersebut menunjukkan persentase aspal untuk campuran dengan variasi penambahan plastik lebih sedikit dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan bahan tambah plastik.



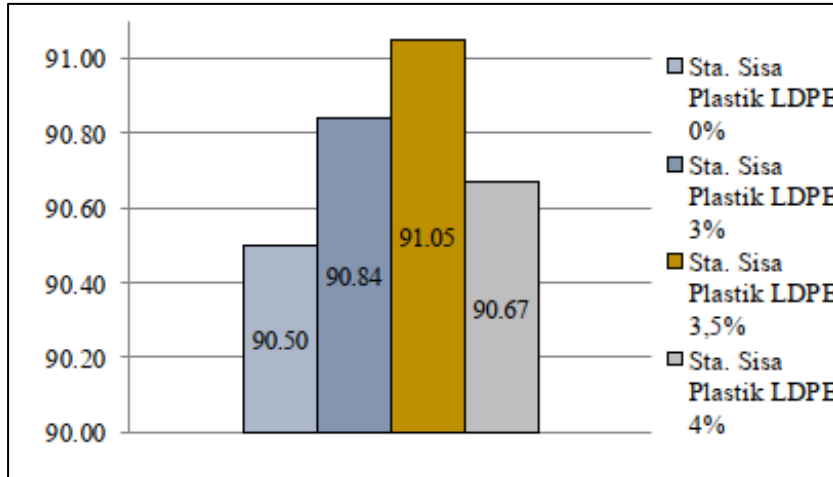
Gambar 5. Perbandingan Kadar Aspal Optimum (KAO).

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengujian Campuran Pada KAO.

Parameter	Kadar Plastik				Persyaratan
	0%	3%	3,5%	4%	
KAO (%)	7,4	7,35	7,35	7,35	-
VMA (%)	30,7	31,4	31,1	31,1	18%
VFB (%)	84,9	81,6	82,7	84,0	68%
VIM (%)	4,7	4,7	5,4	4,9	4% - 6%
Stabilitas (kg)	1028	1130	1238	1236	800 kg
Kelelahan (mm)	3,8	3,8	4,1	4,2	3 mm
MQ (kg/mm)	275,0	301,0	303,3	294,0	250 kg/mm

3.2. Analisis Pengujian Perendaman Marshall

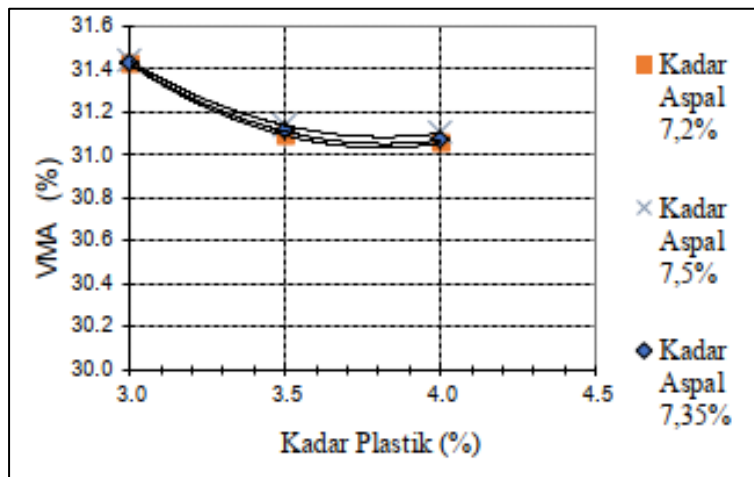
Nilai *Index of Retained Stability* (IRS) atau indeks kekuatan sisa merupakan suatu parameter yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan dari campuran untuk menahan kerusakan akibat pengaruh cuaca, suhu, dan air. Dapat dilihat pada Gambar 2, nilai indeks kekuatan sisa campuran untuk campuran yang tidak menggunakan bahan tambah plastik *Polyethylene* (PE) menghasilkan nilai IRS sebesar 90,5%, sedangkan untuk campuran dengan variasi penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) 3% didapat hasil IRS sebesar 90,84%, kemudian untuk campuran dengan variasi penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) 3,5% didapat hasil sebesar 91,05% dan untuk variasi penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) 4% didapat hasil IRS sebesar 90,67%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) menghasilkan nilai IRS yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan bahan tambah plastik.



Gambar 6. Nilai Stabilitas Sisa Pengujian Perendaman

3.3. Hubungan Kadar Aspal Optimum dengan Kadar Limbah Plastik Polyethylene (PE) Nilai VMA terhadap Kadar Plastik dengan Kadar Aspal

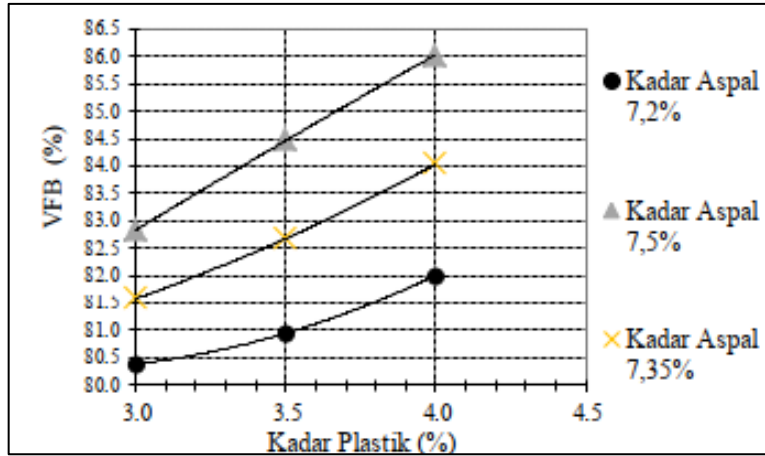
Hubungan antara penggunaan kadar aspal terhadap penggunaan limbah plastik PE menunjukkan pada campuran LATASTON akan memberikan pengaruh penurunan nilai VMA. Hasil pengujian campuran dengan kadar aspal 7,2 %, 7,35 % dan 7,5% pada kadar limbah plastik PE dapat ditarik kesimpulan rongga udara pada campuran rendah sehingga sifat dari campuran yang kedap dan tidak mudah teroksidasi.



Gambar 7. Hubungan Kadar Plastik (%) dengan Nilai VMA (%)

3.4. Nilai VFB terhadap Kadar Plastik dengan Kadar Aspal

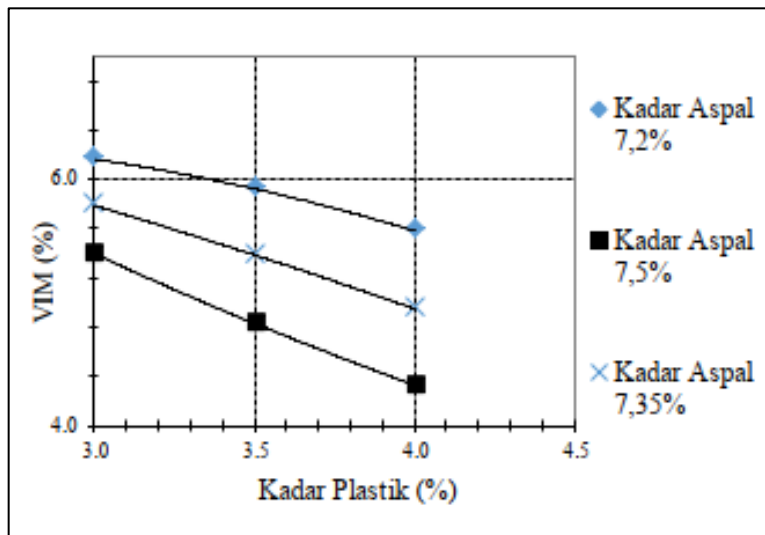
Penggunaan limbah plastik PE sebagai bahan campuran beraspal cenderung meningkatkan nilai VFB. Sehingga dengan bertambahnya kadar limbah plastik PE sebagai bahan campuran beraspal dapat mengurangi besar rongga dalam campuran dikarenakan rongga-rongga dapat terisi oleh aspal sehingga campuran aspal tidak mudah untuk terkelupas. Perbandingan nilai VFB untuk campuran dengan kadar aspal 7,2% dan kadar aspal 7,5% menunjukkan bahwa campuran dengan kadar aspal 7,5% memberikan nilai VFB lebih besar daripada campuran dengan kadar aspal 7,2%.



Gambar 8. Hubungan Kadar Plastik (%) dengan Nilai VFB (%)

3.5. Hubungan Nilai VIM Terhadap Kadar Plastik dengan Kadar Aspal

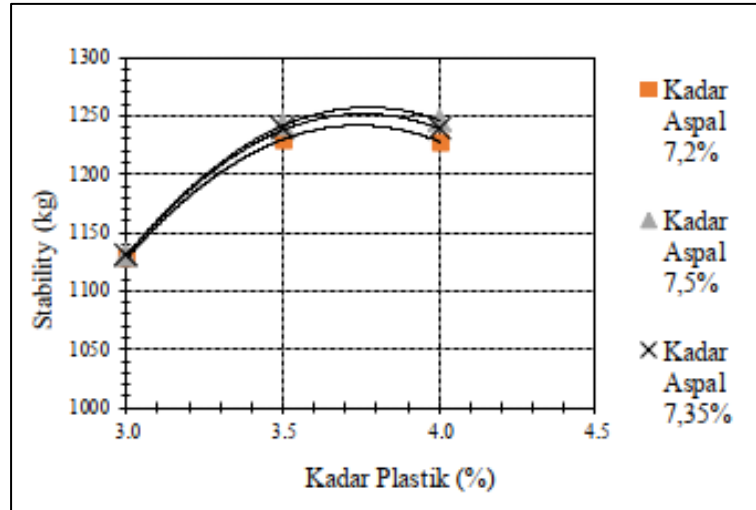
Penambahan limbah plastik PE dapat menurunkan nilai VIM, karena semakin banyak kadar limbah plastik PE yang digunakan akan semakin mengisi rongga-rongga pada campuran beraspal. Nilai VIM yang sangat kecil mengakibatkan lapisan kedap pada campuran sehingga campuran tidak mudah untuk retak atau disintegrasi. Maka penambahan kadar limbah plastik PE yang efektif disarankan berada di rentang 3,5% sampai 3,9%.



Gambar 9. Hubungan Kadar Plastik (%) dengan Nilai VIM (%)

3.6. Hubungan Nilai Stabilitas Terhadap Kadar Plastik dengan Kadar Aspal

Nilai Stabilitas campuran aspal dengan penambahan limbah plastik PE memiliki nilai stabilitas lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal tanpa penambahan bahan limbah plastik PE. Kadar aspal 7,2 % hingga 7,5% menunjukkan bahwa aspal dengan bahan tambah limbah plastik PE dapat membuat campuran tahan terhadap deformasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan limbah plastik PE dapat meningkatkan nilai stabilitas yang tinggi, sehingga perkerasan akan semakin kuat terhadap beban lalu lintas tinggi.

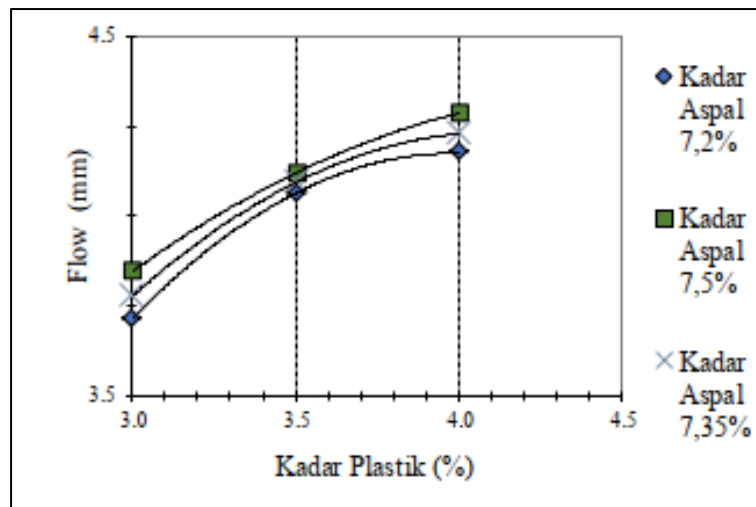


Gambar 10. Hubungan Kadar Plastik (%) dengan Nilai Stabilitas (kg)

3.7. Hubungan Nilai Flow Terhadap Kadar Plastik dengan Kadar Aspal

Penggunaan limbah plastik PE cenderung menaikkan nilai kelelahan (*flow*). Kemampuan campuran beraspal terhadap perubahan bentuk dipengaruhi oleh penggunaan kadar aspal terhadap limbah plastik PE, sehingga membuat campuran dengan kadar aspal yang tinggi dan penggunaan limbah plastik PE yang terlalu banyak menyebabkan campuran menjadi lembek.

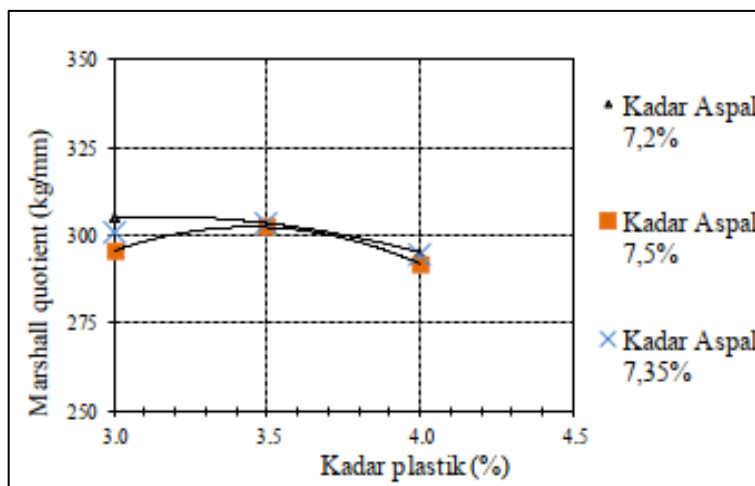
Untuk hasil yang optimum penambahan kadar plastik efektif berada pada rentang 3,5% sampai 3,9%, karena pada rentang tersebut nilai kelelahan tidak terlalu tinggi serta nilai stabilitas, rongga udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal (VIM), rongga udara yang terisi aspal (VFB) dan rongga udara di dalam mineral agregat (VMA) berada pada rentang nilai maksimum yang menghasilkan campuran beraspal yang lebih kuat.



Gambar 11. Hubungan Kadar Plastik (%) dengan Nilai Flow (mm)

3.8. Hubungan Nilai MQ Terhadap Kadar Plastik dan Kadar Aspal

Dapat dilihat pada Gambar 11, bahwa campuran beraspal dengan penambahan limbah plastik PE pada campuran beraspal menaikkan nilai MQ. Nilai MQ merupakan indikator terhadap kekakuan campuran, dimana kadar aspal 7,5 % mempunyai nilai MQ 4,25 lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kadar aspal 7,2 % dan 7,35 %.



Gambar 12. Hubungan Kadar Plastik (%) dengan Nilai MQ (kg/mm)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dengan penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) pada Campuran LATASTON karakteristik campuran dapat dilihat dari nilai stabilitas campuran aspal dengan penambahan kadar limbah plastik PE 3% - 4% meningkat 10% - 20% dibandingkan dengan tanpa penambahan limbah plastik. Dilihat dari peningkatan stabilitas akibat pengaruh penambahan limbah plastik PE pada campuran ini tidak membuat karakter campuran LATASTON menjadi getas. Hal ini bisa dilihat dari nilai kelelahan (*flow*) campuran LATASTON dengan penambahan limbah plastik *Polyethylene* (PE) 3% - 4% diperoleh nilai kelelahan 3 – 4 mm.

Nilai indeks kekuatan sisa pada campuran LATASTON dengan penambahan limbah plastik PE 3% diperoleh nilai 90,84% variasi penambahan limbah plastik PE 3,5% didapat hasil sebesar 91,05% dan untuk variasi penambahan limbah plastik PE 4% diperoleh sebesar 90,67%. Kadar aspal optimum (KAO) untuk campuran penambahan bahan limbah plastik PE sebesar 7,3% dibandingkan dengan campuran tanpa penambahan plastik yaitu 7,4%.

Berdasarkan analisis penambahan kadar limbah plastik PE efektif didapatkan pada rentang 3,5% - 3,9%. Hasil analisis terhadap nilai volumetrik campuran menunjukkan campuran dengan penambahan limbah plastik PE dapat membuat campuran aspal menjadi lebih kedap dan tahan terhadap penebaran dini akibat oksidasi serta tidak mudah terdisintegrasi. Nilai stabilitas, kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient* (MQ) dengan penambahan limbah plastik PE dengan rentang 3,5% sampai 3,9% menunjukkan campuran akan lebih tahan terhadap deformasi serta dapat menyesuaikan terhadap perubahan bentuk dengan baik (*flexibility*).

Daftar Notasi

PE	= <i>Polyethylene</i>
VIM	= <i>Void in Mixture</i> [%]
VMA	= <i>Void in Aggregate</i> [%]
VFB	= <i>Void Filled Bitumen</i> [%]
KAO	= Kadar Aspal Optimum [%]
LATASTON	= Lapis Tipis Aspal Beton

Daftar Pustaka

- Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum : *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)*.
- Azizah, N., & Rahardjo, B. (2017). KINERJA CAMPURAN HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC) DENGAN FILLER ABU AMPAS TEBU. Dalam *JURNAL BANGUNAN* (Vol. 22, Nomor 2). <http://antaranews.com>,2014
- Fatimura, M., Sepriyanti, R., & Yunita, R. (2019). *PENGOLAHAN LIMBAH PLASTIK JENIS KANTONG KRESEK DAN GELAS MINUMAN MENGGUNAKAN PROSES PIROLISIS MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK* (Vol. 4, Nomor 2).
- Fikri, H., Subagja, A., & Manurung, A. S. D. (2019). *Karakteristik Aspal Modifikasi dengan penambahan Limbah Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)*.
- Hermanus, G., Kaseke, O. H., & Jansen, F. (2015). KAJIAN PERBEDAAN KINERJA CAMPURAN BERASPAL PANAS ANTARA JENIS LAPIS TIPIS ASPAL BETON-LAPIS AUS (HRS-WC) BERGRADASI SENJANG DENGAN YANG BERGRADASI SEMI SENJANG. *Jurnal Sipil Statik*, 3(4), 228–234.

- Kholidah, N., Faizal, M., & Said, M. (2019). Science & Technology Indonesia Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al₂O₃ as Catalyst. *Sci. Technol. Indonesia*, 3, 1–6. <https://doi.org/10.26554/sti.2017.3.1.1-6>
- Permana, R., & Aschuri, I. (2009). Studi Sifat-Sifat Reologi Aspal yang Dimodifikasi Limbah Tas Plastik. *Simposium XII FSTPT*.
- Setyarini, N. L. P. S. E., & Tajudin, A. N. (2018). Characteristics of Asphalt Concrete Mixed Using Aggregates Coated by Low Density Polyethylene (LDPE) Plastic Waste. *11th Asia Pacific Transportation and the Environment Conference (APTE 2018)*, 1–4.
- Sjahdanulirwan. (2009). Kelebihan Serta Kekurangan Perkerasan Beraspal Dan Beton. *Puslitbang Jalan dan Jembatan*.
- Suroso, T. W. (2008). *PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK LDPE (LOW DENSITY POLY ETHILEN) CARA BASAH DAN CARA KERING TERHADAP KINERJA CAMPURAN BERASPAL*.
- Susanto, H. A., Merdiana, K., & Indriyati, E. W. (2021). PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE (PP) TERHADAP KETAHANAN RAVELLING CAMPURAN ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (THE EFFECT OF WASTE POLYPROPYLENE (PP) PLASTIC TO THE RAVELLING RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE MIXES). Dalam *Juli-Desember* (Vol. 38, Nomor 2).
- Susilowati, A., Wiyono, E., & Pratikto. (2021). *PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA BETON ASPAL CAMPURAN PANAS*.