

**PENERAPAN TEKNOLOGI DAUR ULANG DENGAN BAHAN PEREMAJA LOKAL
UNTUK PENINGKATAN UMUR LAYANAN PERKERASAN**
*On Application of Recycling Technology with Local Rejuvenating Material for
Improving Lifetime Pavement Serviceability*

Mudji Wahyudi*, Ismail Hoesein*

Abstrak

Daur ulang perkerasan adalah suatu alternatif perbaikan jalan dengan cara menghancurkan perkerasan jalan yang rusak dan memanfaatkan kembali bahan perkerasan lama tersebut didalam pembuatan perkerasan baru. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan modifikasi bahan daur ulang dengan memberikan penambahan polimer yang dapat meningkatkan sifat fisik aspal dan kinerja campuran daur ulang. Campuran beraspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal-Lapis Aus (AC-WC) di jalan Adi Sucipto, Rembiga tepatnya didepan SMAN 7 Mataram. Penelitian ini akan membandingkan peningkatan sifat fisik aspal yang terjadi antara aspal bitumen dengan bahan tambahan berupa limbah plastik yang terdiri dari plastik PET, PP dan HDPE serta ban bekas dan styriofam. Persentase penambahan cairan limbah plastik (PET, PP dan HDPE) terhadap aspal daur ulang adalah 2%, 4% dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan sifat fisik aspal yang memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 pada masing-masing penambahan 4% untuk cairan limbah plastik PP dan HDPE dan penambahan 6% untuk cairan limbah plastik PET.

Kata kunci : Daur ulang, Polimer, Cairan limbah plastik PET, PP dan HDPE

PENDAHULUAN

Daur ulang perkerasan jalan (*pavement recycling*) adalah salah satu metode perbaikan perkerasan jalan yang belum banyak digunakan di saat ini. Perkerasan jalan merupakan suatu prosedur yang secara realistis dapat dipertimbangkan, terutama yang menyangkut penghematan bahan perkerasan jalan, penghematan yang juga berarti penghematan dalam bentuk uang/biaya. Jika ditinjau dari segi kekuatan struktur, maka kekuatan struktur perkerasan jalan yang menggunakan bahan perkerasan daur ulang tidak berbeda dengan yang menggunakan bahan perkerasan baru.

Aspal merupakan komponen penting dalam campuran beraspal yaitu sebagai bahan pengikat serta pengisi antar agregat dimana kemampuan aspal terhadap titik lembek, kelenturan serta kekuatannya harus bisa dipertahankan. Bahan peremaja dan bahan aditif yang ditambahkan pada hasil ekstraksi aspal lama (limbah perkerasan) merupakan alternative untuk menunjang kualitas dari aspal.

Bahan peremaja yang biasa digunakan untuk tambahan pada hasil ekstraksi aspal lama (limbah perkerasan) merupakan bahan yang mengandung polimer. Bahan polimer yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah plastik yang terdiri dari : Polyethylene Terephthalate yang sering disebut PET, Polypropylene (PP) dan High-Density Polyethylene (HDPE).

Metode yang digunakan untuk proses pengolahan limbah plastik adalah metode pirolisis. Metode pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas.

Dari uraian diatas diharapkan penelitian ini bisa menjadi salah satu alternative yang digunakan dalam peremajaan aspal bekas, dimana dapat menghasilkan mutu yang baik.

* Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram Jl. Majapahit 62 Mataram

TINJAUAN PUSTAKA

Aspal

Aspal merupakan senyawa yang kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%).

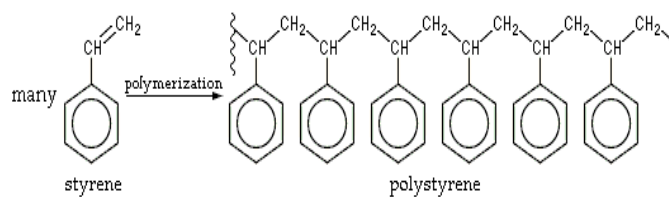
Daur Ulang Perkerasan

Daur ulang perkerasan adalah suatu alternatif perbaikan jalan jengan cara menghancurkan perkerasan jalan yang rusak dan memanfaatkan kembali bahan perkerasan lama tersebut didalam pembuatan perkerasan baru.

Bahan Peremaja

Ban Karet / Styrofoam

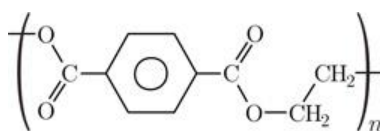
Bahan dasar karet/styrofoam adalah polysiterine. Polisytirene adalah hasil polimerisasi dari monomer-monomer stirena, dapat terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 1. Atom *Polystyrene*

Plastik PET

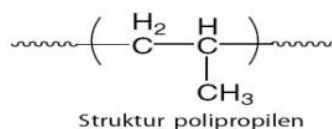
Pada penelitian ini PET yang digunakan berupa limbah plastik botol mineral.



Gambar 2. Struktur PET (Polyethylene Terephthalate)

Plastik PP

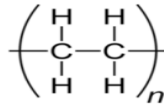
Pada penelitian ini PP yang digunakan berupa limbah plastik gelas mineral.



Gambar 3. Struktur PP (Polypropylene)

Plastik HDPE

Pada penelitian ini HDPE yang digunakan berupa limbah plastik botol sabun dan sampo.



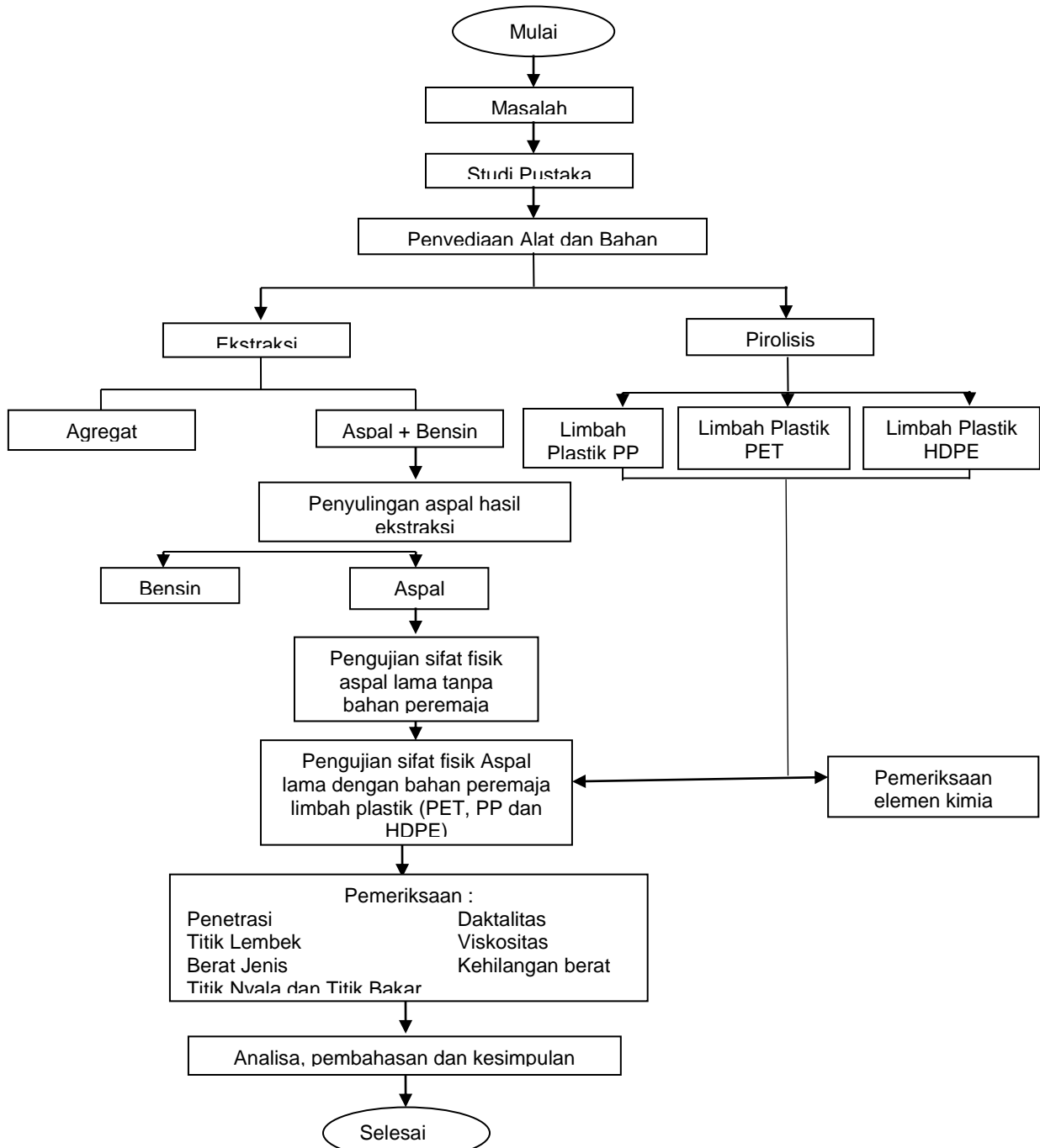
Gambar 4. Struktur HDPE (High Density Polyethylene)

Pengujian Aspal

Proses Pengerjaan Aspal Daur Ulang

Proses pengerjaan aspal daur ulang, antara lain : Proses Ekstraksi, Proses Penyulingan

METODE PENELITIAN



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Aspal Bekas

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil bongkaran/ kerukan dari proyek perbaikan di jalan Adi Sucipto tepatnya didepan SMAN 7 Mataram, Rembiga. Pemeriksaan dan pengujian sampel mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil proses ekstraksi campuran perkerasan aspal akan didapatkan nilai kadar optimum sebesar % dari berat campuran. Aspal hasil ekstraksi dan suling (aspal bekas) tersebut memiliki sifat fisik sebagai berikut seperti terlihat pada tabel 1 :

Tabel 1. Hasil pemeriksaan aspal bekas

Jenis Pemeriksaan	Aspal Daur Ulang Hasil Ekstraksi *)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 **)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 ***)
Penetrasi (0,1 mm), 25°C	30,7	50 – 70	50 – 75
Daktalitas (cm)	63,15	>100	>100
Titik Lembek (°C)	26,6	Min 56	Min 54
Titik Nyala (°C)	230	≥ 232	≥ 232
Berat Jenis (gr/cm ³)	1,05	Min. 1,0	-
Penurunan Berat (%)	1,001	Maks 1,0	Maks 1,0
Viskositas (cts)	247,10	150 – 1500	Maks 2000

Keterangan : *) Hasil Penelitian
) Aspal Polimer Plastomer (SNI 03-6749-2002**)
 ***) Aspal Polimer Elastomer (**SNI 03-6749-2002**)

Terlihat pada tabel 1 diatas, hasil pemeriksaan fisik aspal lama hasil ekstraksi menunjukkan angka yang tidak memenuhi Pra-syarat kelayakan aspal, baik dari Kriteria Teknis Penetrasi, daktalitas, titik lembek, titik nyala, berat jenis, penurunan berat maupun viskositas. Untuk menghidupkan kembali sifat-sifat fisik aspal lama yang telah menua tersebut perlu penambahan bahan peremaja aspal.

Pengujian Bahan Peremaja

Bahan peremaja yang digunakan untuk campuran aspal lama harus memenuhi syarat standar penetrasi bahan peremaja, karena itu bahan peremaja yang digunakan perlu dilakukan pemeriksaan/pengujian meliputi pemeriksaan viskositas, berat jenis dan titik nyala minimum.

Ban Karet Bekas

Pengujian ban karet bekas diawali dengan proses pirolisis ban karet yang kemudian dilakukan pengujian viskositas, berat jenis dan titik nyala minimum. Hasil dari pengujian ban karet tertera dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil pemeriksaan ban karet bekas

Jenis Pemeriksaan	Bahan Peremaja Cairan Ban Bekas *)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 **)
Viskositas	45,6	Maks. 150 cst
Berat Jenis (gr/cm ³)	1,20	Min. 0,9
Titik Nyala Minimum	231	Min.100 °

Sumber : *) Hasil penelitian dalam Hadisaputra (2011)
 **) Bina Marga, 1983

Styrofoam

Hasil pengujian viskositas, berat jenis, dan titik nyala minimum untuk cairan hasil pirolisis *styrofoam* dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil pemeriksaan *styrofoam*

Jenis Pemeriksaan	Bahan Peremaja Cairan <i>styrofoam</i> *)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 **)
Viskositas	4,5	Maks. 150 cst
Berat Jenis (gr/cm ³)	1,05	Min. 0,9
Titik Nyala Minimum	190	Min.100°

Sumber : *) Hasil penelitian

**) Bina Marga, 1983

Polypropylene (PP)

Pengujian viskositas, berat jenis dan titik nyala minimum untuk hasil pirolisis bahan peremaja *Polypropylene* (PP) adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pemeriksaan *Polypropylene* (PP)

Jenis Pemeriksaan	Bahan Peremaja Cairan <i>Polypropylene</i> (PP)*)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 **)
Viskositas	< 1,5	Maks. 150 cst
Berat Jenis (gr/cm ³)	1,44	Min. 0,9
Titik Nyala Minimum	50,75	Min.100°

Sumber : *) Hasil penelitian

**) Bina Marga, 1983

Terlihat pada Tabel 4 diatas, untuk pengujian titik nyala minimum bahan *Polypropylene* (PP) tidak memenuhi persyaratan Bina Marga sebagai bahan peremaja aspal, dengan demikian dilakukan pengujian kandungan kimia dari cairan *Polypropylene* (PP) tersebut. Hasil pengujian kandungan kimia dari cairan *Polypropylene* (PP) dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil pemeriksaan laboratorium kimia cairan *Polypropylene* (PP)

No.	Parameter	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji	
				Aspal	Plastik PP
1	Nitrogen (N)	%	Kjeldhal	0.39	0.07
2	Carbon (C)	%	Spectrometri	97.65	83.25
3	Sulfur (S)	%	Spectrometri	0.32	0.68

Sumber : Hasil penelitian Laboratorium Kimia Analitik
Fakultas MIPA Universitas Mataram

Hasil pengujian kandungan kimia yang terdapat dalam cairan *Polypropylene* (PP) seperti yang terlihat pada tabel 5, menunjukkan bahwa cairan *Polypropylene* (PP) memiliki beberapa kandungan yang sama dengan aspal sehingga dapat digunakan sebagai bahan peremaja aspal bekas. Persentase proporsi pencampuran bahan peremaja *Polypropylene* (PP) untuk aspal daur ulang digunakan 4 varian yakni 0%, 2%, 4% dan 6%.

Polyethylene Terephthalate (PET)

Pengujian viskositas, berat jenis dan titik nyala minimum untuk hasil pirolisis bahan peremaja *Polyethylene Terephthalate* (PET) tertera pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil pemeriksaan *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Jenis Pemeriksaan	Bahan Peremaja Cairan <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET) *)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 **)
Viskositas (Cst)	51,027	200 - 500
Berat Jenis (gr/cm ³)	1,03	0,98 – 1,02
Titik Nyala Minimum (°C)	73,5	Min. 204

Sumber : *) Hasil penelitian

**) Bina Marga, 1983

Hasil pemeriksaan kandungan kimia dari cairan *Polyethylene Terephthalate* (PET) tertera pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil pemeriksaan laboratorium kimia cairan *Polyethylene Terephthalate* (PET)

No.	Parameter	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji	
				Aspal	Plastik PET
1	Nitrogen (N)	%	Kjeldhal	0.39	0.02
2	Carbon (C)	%	Spectrometri	97.65	1.03
3	Sulfur (S)	%	Spectrometri	0.32	0.07

Sumber : Hasil penelitian Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Mataram

Hasil pengujian kandungan kimia yang terdapat dalam cairan *Polyethylene Terephthalate* (PET) seperti yang terlihat pada tabel 7, menunjukkan bahwa cairan *Polyethylene Terephthalate* (PET) memiliki beberapa kandungan yang sama dengan aspal sehingga dapat digunakan sebagai bahan peremaja aspal bekas. Persentase proporsi pencampuran bahan peremaja *Polyethylene Terephthalate* (PET) untuk aspal daur ulang juga digunakan 4 varian yakni 0%, 2%, 4% dan 6%.

High-Density Polyethylene (HDPE)

Pengujian viskositas, berat jenis dan titik nyala minimum untuk hasil pirolisis bahan peremaja *High-Density Polyethylene* (HDPE) tertera pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Hasil pemeriksaan *High-Density Polyethylene* (HDPE)

Jenis Pemeriksaan	Bahan Peremaja Cairan <i>High-Density Polyethylene</i> (HDPE)*)	Syarat Aspal Penetrasi 60/70 **)
Viskositas	<1,5	Maks. 150 cst
Berat Jenis (gr/cm ³)	1,5	Min. 0,9
Titik Nyala Minimum	56	Min.100°

Sumber : *) Hasil penelitian

**) Bina Marga, 1983

Hasil pemeriksaan kandungan kimia pada cairan *High-Density Polyethylene* (HDPE) tertera pada tabel 9 berikut:

Tabel 9 Hasil pemeriksaan laboratorium kimia cairan *High-Density Polyethylene* (HDPE)

No.	Parameter	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji	
				Aspal	Plastik HDPE
1	Nitrogen (N)	%	Kjeldhal	0.39	0.02
2	Carbon (C)	%	Spectrometri	97.65	64.65
3	Sulfur (S)	%	Spectrometri	0.32	0.13

Sumber : Hasil penelitian Laboratorium Kimia Analitik
Fakultas MIPA Universitas Mataram

Tabel 10. Hasil pengujian penetrasi aspal bekas dengan bahan peremaja

Bahan Peremaja (%)	Penetrasi		Bahan Peremaja (%)	Penetrasi		
	Ban Bekas	styrofoam		Polypropylene (PP)	Polyethylene Terephthalate (PET)	High-Density Polyethylene (HDPE)
0	30,7	30,7	0	30,7	30,7	30,7
-	-	-	2	46,1	36,8	45,3
4	41,8	35,8	4	62,1	42,2	57,5
6	67,4	74,1	6	71,6	74,6	70,6
8	102,7	90,7	-	-	-	-

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 11. Hasil pengujian daktilitas aspal bekas setelah ditambahkan bahan peremaja

Kadar Bahan Peremaja (%)	Daktalitas		Kadar Bahan Peremaja (%)	Hasil Bahan Peremaja		
	Ban Karet	Styrofoam		Plastik PET	Plastik PP	Plastik HDPE
0	63,15	63,15	0	63,15	63,15	63,15
-	-	-	2	154	165	136
4	115	140,75	4	165	165	165
6	165	158,2	6	165	165	150,5
8	80,5	165	-	-	-	-

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 12. Hasil pengujian titik lembek aspal bekas yang ditambahkan dengan bahan peremaja

Kadar Bahan Peremaja (%)	Titik Lembek		Kadar Bahan Peremaja (%)	Titik lembek		
	Ban Karet	Styrofoam		Plastik PET	Plastik PP	Plastik HDPE
0	26,56	26,56	0	26,56	26,56	26,56
-	-	-	2	34,25	34,25	35
4	30	37,25	4	30	31,75	38,5
6	30	36,5	6	29	27,25	33,25
8	28,25	35,35	-	-	-	-

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 13. Hasil pengujian titik nyala aspal setelah dicampur bahan peremaja

Kadar Bahan Peremaja (%)	titk nyala (°C)		Kadar Bahan Peremaja (%)	titk nyala (°C)		
	Ban Karet	Styrofoam		Plastik PET	Plastik PP	Plastik HDPE
0	230	230	0	230	230	230
-	-	-	2	190,5	252	227
4	221	237,5	4	210,5	214	208
6	209,5	249	6	197	190	186,5
8	195	254,5	-	-	-	-

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 14. Hasil pengujian Berat Jenis aspal bekas yang ditambahkan dengan bahan peremaja

Kadar Bahan Peremaja (%)	Berat Jenis Aspal (gr)		Kadar Bahan Peremaja (%)	Hasil Berat Jenis		
	Ban Karet	Styrofoam		Plastik PET	Plastik PP	Plastik HDPE
0	1,05	1,05	0	1,091	1,091	1,091
4	1,05	1,10	2	1,05	1,036	1,054
6	1,06	1,11	4	1,045	1,038	1,032
8	1,08	1,12	6	1,038	1,039	1,04

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 15. Hasil pengujian Viskositas aspal bekas yang ditambahkan dengan bahan peremaja

Kadar Bahan Peremaja (%)	Viskositas (Cst)		Kadar Bahan Peremaja (%)	Viskositas (Cst)		
	Ban Karet	Styrofoam		Plastik PET	Plastik PP	Plastik HDPE
0	247,10	247,10	0	274,171	274,171	274,171
4	261,13	1148,76	2	286,516	150,248	403,971
6	259,88	1183,67	4	286,898	193,331	500,267
8	238,28	973,64	6	186,167	223,666	176,834

Sumber : Hasil penelitian

Tabel 16. Hasil pengujian kehilangan berat campuran aspal dengan bahan peremaja

Kadar Bahan Peremaja (%)	Kehilangan Berat (gr)		Persen Bahan Peremaja	Hasil Bahan Peremaja		
	Ban Karet	Styrofoam		Hasil PET	Hasil PP	Hasil HDPE
0	2,80	2,80	0	1,001	1,001	1,001
4	1,85	3,00	2	0,281	0,311	0,698
6	1,35	3,70	4	0,426	0,501	0,886
8	1,00	7,25	6	0,807	0,854	0,446

Sumber : Hasil penelitian

ANALISA DATA PENGUJIAN ASPAL DENGAN PENAMBAHAN BAHAN PEREMAJA

Aspal dengan Bahan Peremaja Cairan Ban Karet

Tabel 17. Hasil pengujian fisik aspal dengan pencampuran bahan peremaja ban karet

No	Pengujian	Cairan Limbah Ban Karet						
		Penetrasi	Titik Lembek dan Ter	Daktalitas	Titik Nyala	Berat Jenis	Kehilangan Berat	Viskositas
Ban Karet	0%	30,70	26,60	63,15	230	1,05	2,80	247,10
	4%	41,80	30,00	115,00	221	1,05	1,85	261,13
	6%	67,40	30,00	165,00	209,5	1,06	1,35	259,88
	8%	102,70	28,30	80,50	195	1,08	1,00	238,28

Keterangan:

Cetak Tebal

Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Cetak Tipis

Tidak Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Nilai pengujian benda uji aspal dengan penambahan bahan peremaja cairan ban karet yang memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu pada pengujian penetrasi dengan penambahan 6% cairan ban karet dengan nilai 67,4, pengujian daktalitas pada persentase 4% dan 6% cairan ban karet yang didapat > 100, pengujian titik nyala tanpa penambahan cairan ban karet yang diperoleh pada suhu 230°C, dan pengujian berat jenis aspal pada persentase 0%, 4%, 6% dan 8% yang diperoleh dengan nilai berturut-turut 1.05 gr/cm³, 1.05 gr/cm³, 1.06 gr/cm³, dan 1.08 gr/cm³. Sedangkan pengujian titik lembek dan kehilangan berat tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu titik lembek berada

pada suhu $< 58^{\circ}\text{C}$ dan kehilangan berat $> 0,8$ gram. Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa aspal bekas dengan campuran bahan peremaja cairan ban karet tidak dapat digunakan sebagai perkerasan daur ulang aspal karena tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 pada pengujian benda uji.

Aspal dengan Bahan Peremaja Cairan Styrofoam

Tabel 18. Hasil pengujian fisik aspal dengan bahan peremaja styrofoam

No	Pengujian	Cairan Limbah styrofoam						
		Penetrasi	Titik Lembek dan Ter	Daktalitas	Titik Nyala	Berat Jenis	Kehilangan Berat	Viskositas
styrofoam	0%	30,7	26,0	63,15	230,0	1,05	2,80	247,10
	4%	35,8	37,3	140,70	237,5	1,10	3,00	1148,76
	6%	74,1	36,5	158,20	249,0	1,11	3,70	1183,67
	8%	90,7	35,4	165,00	254,5	1,12	7,25	973,64

Keterangan:

Cetak Tebal

Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Cetak Tipis

Tidak Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Nilai pengujian yang memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu pada pengujian penetrasi dengan penambahan 6% cairan styrofoam dengan nilai penetrasi rata-rata 74,1, pengujian daktalitas pada penambahan 4%, 6% dan 8% dengan nilai > 100 , pengujian titik nyala dengan suhu $> 230^{\circ}\text{C}$, dan pengujian berat jenis yang meningkat berturut-turut pada persentase 0%, 4%, 6% dan 8% dengan nilai $1,05 \text{ gr/cm}^3$, $1,10 \text{ gr/cm}^3$, $1,11 \text{ gr/cm}^3$ dan $1,12 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan titik lembek dan kehilangan berat tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu titik lembek berada pada suhu $< 58^{\circ}\text{C}$ dan kehilangan berat pada aspal yang terus meningkat sehingga $> 0,8$ gram. Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa aspal bekas dengan campuran bahan peremaja cairan styrofoam tidak dapat digunakan sebagai perkerasan daur ulang aspal karena tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 pada pengujian benda uji.

Aspal dengan Bahan Peremaja Cairan Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)

Tabel 19. Hasil pengujian fisik aspal dengan bahan peremaja Polyethylene Terephthalate (PET)

No	Pengujian	Cairan Limbah Plastik PET						
		Penetrasi	Titik Lembek	Titik Nyala	Daktalitas	Berat Jenis	Viskositas	Kehilangan Berat
Plastik PET	0%	30,7	26,56°C	230°C	63,15	1,05	274,171	1,001%
	2%	36,8	34,25°C	190,5°C	154	1,24	286,516	0,281%
	4%	42,2	30°C	210,5°C	165	1,3	286,898	0,426%
	6%	74,6	29°C	197°C	165	1,26	186,167	0,807%

Keterangan:

Cetak Tebal

Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Cetak Tipis

Tidak Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Nilai pengujian benda uji aspal dengan penambahan bahan peremaja cairan plastik PET yang memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu pada pengujian penetrasi dengan penambahan 6%

cairan plastik PET dengan nilai 74,6, pengujian daktilitas pada persentase 2%, 4% dan 6% cairan ban karet yang didapat > 100, pengujian kehilangan berat pada persentase 2%, 4% dan 6% cairan plastik PET yang didapat <1,0 dan pengujian berat jenis aspal pada persentase 0%, 2%, 4% dan 6% yang diperoleh dengan nilai berturut-turut 1.05 gr/cm³, 1,24 gr/cm³, 1,3 gr/cm³ dan 1,26 gr/cm³. Sedangkan pengujian titik lembek dan titik nyala tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu titik lembek berada pada suhu < 56°C dan titik nyala ≤ 232°C. Proses penyulingan untuk menghasilkan aspal daur ulang kemungkinan masih menyisakan bensin, sehingga hasil pada pengujian titik lembek tidak memenuhi aspal spesifikasi pen 60/70, hasil titik nyala dari pemeriksaan bahan peremaja cairan plastik PET yang tidak memenuhi syarat mengakibatkan nilai titik nyala campuran aspal hasil ekstraksi dengan bahan peremaja cairan plastik PET juga tidak dapat memenuhi spesifikasi pen 60/70. Namun, dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa aspal bekas dengan campuran bahan peremaja cairan plastik PET dapat meningkatkan sifat fisik aspal secara garis besar, sehingga dapat digunakan sebagai perkerasan daur ulang aspal.

Aspal dengan Bahan Peremaja Cairan Plastik *Polypropylene* (PP)

Tabel 20. Hasil pengujian fisik aspal dengan bahan peremaja *Polypropylene* (PP)

No	Pengujian	Cairan Limbah Plastik PP						
		Penetrasi	Titik Lembek	Titik Nyala	Daktilitas	Berat Jenis	Viskositas	Kehilangan Berat
Plastik PP	0%	30,7	26,56°C	230°C	63,15	1,05	274,171	1,001%
	2%	46,1	34,25°C	252°C	165	1,29	150,248	0,311%
	4%	62,1	31,75°C	214°C	165	1,22	193,31	0,501%
	6%	71,6	27,25°C	190°C	165	1,25	223,666	0,854%

Keterangan:

Cetak Tebal

Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Cetak Tipis

Tidak Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Nilai pengujian benda uji aspal dengan penambahan bahan peremaja cairan plastik PP yang memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu pada pengujian penetrasi dengan penambahan 4% dan 6% cairan plastik PP dengan nilai 62,1 dan 71,6, pengujian daktilitas pada persentase 2%, 4% dan 6% cairan ban karet yang didapat > 100, pengujian kehilangan berat pada persentase 2%, 4% dan 6% cairan plastik PET yang didapat <1,0 dan pengujian berat jenis aspal pada persentase 0%, 2%, 4% dan 6% yang diperoleh dengan nilai berturut-turut 1.05 gr/cm³, 1,29 gr/cm³, 1,22 gr/cm³ dan 1,25 gr/cm³. Sedangkan pengujian titik lembek dan titik nyala dengan penambahan cairan plastik PP 4% dan 6% tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu titik lembek berada pada suhu < 56°C dan titik nyala ≤ 232°C. Proses penyulingan untuk menghasilkan aspal daur ulang kemungkinan masih menyisakan bensin, sehingga hasil pada pengujian titik lembek tidak memenuhi aspal spesifikasi pen 60/70, hasil titik nyala dari pemeriksaan bahan peremaja cairan plastik PP yang tidak memenuhi syarat mengakibatkan nilai titik nyala campuran aspal hasil ekstraksi dengan bahan peremaja cairan plastik PP juga tidak dapat memenuhi spesifikasi pen 60/70. Namun, dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa aspal bekas dengan campuran bahan peremaja cairan plastik PP dapat

meningkatkan sifat fisik aspal secara garis besar, sehingga dapat digunakan sebagai perkerasan daur ulang aspal.

Aspal dengan Bahan Peremaja Cairan Plastik *High-Density Polyethylene* (HDPE)

Tabel 21. Hasil pengujian fisik aspal dengan bahan peremaja *High-Density Polyethylene* (HDPE)

No	Pengujian	Cairan Limbah Plastik HDPE						
		Penetrasi	Titik Lembek	Titik Nyala	Daktalitas	Berat Jenis	Viskositas	Kehilangan Berat
Plastik HDPE	0%	30,7	26,56°C	230°C	63,15	1,05	274,171	1,001%
	2%	45,3	35 °C	227°C	136	1,21	403,971	0,698%
	4%	57,5	38,5°C	208°C	165	1,26	500,267	0,886%
	6%	70,6	33,25°C	186,5°C	150.5	1,27	176,834	0,446%

Keterangan:

Cetak Tebal

Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Cetak Tipis

Tidak Memenuhi Spesifikasi Aspal Pen 60/70

Nilai pengujian benda uji aspal dengan penambahan bahan peremaja cairan plastik HDPE yang memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu pada pengujian penetrasi dengan penambahan 4% dan 6% cairan plastik PHDE dengan nilai 57,5 dan 70,6, pengujian daktalitas pada persentase 2%, 4% dan 6% cairan ban karet yang didapat > 100, pengujian kehilangan berat pada persentase 2%, 4% dan 6% cairan plastik PET yang didapat <1,0 dan pengujian berat jenis aspal pada persentase 0%, 2%, 4% dan 6% yang diperoleh dengan nilai berturut-turut 1.05 gr/cm³, 1,21 gr/cm³, 1,26 gr/cm³ dan 1,27 gr/cm³. Sedangkan pengujian titik lembek dan titik nyala dengan penambahan cairan plastik HDPE tidak memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 yaitu titik lembek berada pada suhu < 56°C dan titik nyala ≤ 232°C. Proses penyulingan untuk menghasilkan aspal daur ulang kemungkinan masih menyisakan bensin, sehingga hasil pada pengujian titik lembek tidak memenuhi aspal spesifikasi pen 60/70, hasil titik nyala dari pemeriksaan bahan peremaja cairan plastik PP yang tidak memenuhi syarat mengakibatkan nilai titik nyala campuran aspal hasil ekstraksi dengan bahan peremaja cairan plastik HDPE juga tidak dapat memenuhi spesifikasi pen 60/70. Namun, dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa aspal bekas dengan campuran bahan peremaja cairan plastik HDPE dapat meningkatkan sifat fisik aspal secara garis besar, sehingga dapat digunakan sebagai perkerasan daur ulang aspal.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Aspal bekas yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai nilai penetrasi sebesar 30,7, nilai daktalitas sebesar 63,15 cm, nilai titik lembek sebesar 26°C, nilai titik nyala sebesar 230°C, nilai berat jenis 1,05 gr/cm³, nilai kehilangan berat sebesar 2,8 gr dan viskositas 247,10 Cts. Nilai-nilai sifat fisik tersebut sudah tidak memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga, sehingga perlu penambahan bahan peremaja untuk meningkatkan kualitas aspal bekas tersebut. Penambahan bahan peremaja cairan ban karet pada aspal dapat meningkatkan nilai penetrasi, daktalitas, titik lembek, kehilangan berat dan berat jenis pada aspal bekas. Sedangkan penambahan cairan styrofoam terbukti dapat

meningkatkan nilai penetrasi, titik lembek, daktalitas, titik nyala dan berat jenis dari aspal bekas. Akan tetapi aspal tidak dapat digunakan sebagai perkerasan daur ulang, karena beberapa nilai pengujian tidak memenuhi persyaratan spesifikasi aspal pen 60/70. Penambahan 6% cairan ban karet terhadap berat aspal dapat meningkatkan kualitas mutu aspal bekas sehingga memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 pada pengujian penetrasi, daktalitas dan berat jenis. Sedangkan penambahan 6% styrofoam meningkatkan kualitas mutu aspal sehingga memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70 pada pengujian penetrasi, daktalitas, titik nyala dan berat jenis. Hasil analisa statistik ANOVA menunjukkan bahwa variasi bahan peremaja cairan styrofoam memiliki pengaruh yang dominan terhadap perubahan nilai sifat fisik aspal bekas sehingga dapat memenuhi spesifikasi aspal pen 60/70.

Saran

Penelitian ini hanya mengkaji tentang bahan peremaja polimer berupa cairan ban karet dan styrofoam, diharapkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan bahan-bahan polimer lain yang mudah diperoleh sehingga dapat meningkatkan kembali kualitas aspal daur ulang.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih disampaikan kepada Dit Litabmas Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas bantuan pendanaan penelitian BOPTN 2014 ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, 2012, **Recycling-teknologi-daur-ulang-perkerasan-jalan**, <http://balitbang.pu.go.id/balitbang.pu.go.id>., 6 oktober 2012.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983. **Petunjuk Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (Lasbutag)**, Nomor 09/PT/B/1983, Jakarta.
- Dardak, Hermanto 2010. **Beton DaurUlang untuk Prevervasi Jalan (Inovasi Konstruksi Ramah Lingkungan)**, <http://pustaka.pu.go.id/new/artikel-detail.asp?id=307>
- Neubert, T.C., 1991. **Asphalt Containing Gilsonite, Reaktif Oil and Elastomer**, Patent Number 5023282, United States Patent & Trademark Office.
- Nigen-Chaidron, S. and Porot, L., 2008. **Rejuvenating Agent and Process for Recycling of Asphalt**, World Intellectual Property Organization.
- Soedarmantodan Dardak, H., 1991. **Penelitian DaurUlang Perkerasan Aspal di Pusat Litbang Jalan**, Seminar on Asphalt Pavement Insitu Recycling, Jakarta.
- Sugiyanto, Dwi 2013. **JALAN PROVINSI: kemantapan Jalan di NTB Capai 66,02%**, <http://www.bisnis-kti.com/index.php/2013/01/kemantapan-jalan-di-ntb/>
- Sukirman, S., 1992. **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung.