

SUBSTITUSI LIMBAH PLASTIK “HDPE” SEBAGAI PASIR TERHADAP STABILITAS DAN KELELEHAN BETON ASPAL

Qomariah¹, Bobby Asukmajaya R.², Sugeng Riyanto³

^{1,2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹qomariah.suryadi2@gmail.com, ²bobbyasukma@polinema.ac.id, ³sugeng.riyanto@polinema.ac.id

Abstrak

Padahal, sampah plastik setelah digunakan menjadi sampah dan membuat lingkungan menjadi kotor. Ada banyak cara untuk memanfaatkan sampah dengan cara mendaur ulang, memanfaatkannya untuk hiasan dan lain sebagainya. Sampah plastik banyak diaplikasikan pada campuran beton dan campuran perkerasan jalan sebagai pengganti pasir. Penggunaan sampah plastik sebagai pasir diaplikasikan pada lapisan perkerasan jalan Hotmix untuk meningkatkan nilai stabilitas jalan, kelenturan dan ketahanan terhadap fatiq. Limbah plastik akan digunakan pada tipe perkerasan LASTON AC-WC. Perkerasan jalan kelas I, dengan kriteria perkerasan mengacu pada Metode Marshall. Kualitas pasir dari Lumajang dan kerikil dari Pasuruan. Desain dengan variasi 4,5%, 5%, 5,5%, 6% plastik diganti dengan 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% untuk ukuran pasir 2.36 mm. Parameter yang ditinjau adalah stabilitas dan leleh serta kadar aspal optimum, kemudian ditarik kesimpulan apakah memenuhi hipotesis yang ada. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian tahun 2017. Tindak lanjut, akan dilakukan penelitian lebih lanjut (tahun 2020), dengan variasi sampah plastik dan review sifat mekanik lainnya dalam hal pengaruh penambahan terhadap perilaku perkerasan lentur.

Kata kunci: Plastik HDPE, hotmix, laston, stabilitas, aliran dan KAO

Abstract

In fact, plastic waste after being used becomes trash and makes the environment dirty. There are many ways to make waste useful by recycling, using it for decoration and so on. Much plastic waste is applied to concrete mixtures and pavement mixtures as a substitute for sand. The use of plastic scraps as sand is applied to the pavement layer of Hotmix to increase the value of road stability, flexibility and resistance to fatiq. Plastic wastehdpe will be used on the LASTON AC-WC pavement type. Pavement for class I roads, with pavement criteria referring to the Marshall Method. Sand quality from Lumajang and gravel from Pasuruan. The design with variations of 4.5%, 5%, 5.5%, 6% plastic is replaced by 0%, 5%, 10%, 15% and 20% for sand size Ø 2.36 mm. The parameters that are reviewed are the stability and melting as well as the optimum level of asphalt, then a conclusion is drawn whether they meet the existing hypothesis. This research is continuation of 2017 research. Follow up, will be carried out further research (year 2020), with variations of plastic waste and a review of other mechanical properties in terms of the effect of addition on flexible pavement behavior.

Keywords: HDPE plastics, hotmix, laston, stability, flow and KAO

Pendahuluan

Di Indonesia umumnya perkerasan yang sering digunakan adalah aspal beton. Dalam perencanaan perkerasan aspal beton kualitas bahan menjadi faktor utama untuk menghasilkan perkerasan yang berkualitas baik. Bahan dasar yang digunakan pada campuran aspal beton adalah agregat dan bahan pengikat aspal. Agregat merupakan bahan utama yang mempunyai komposisi yang lebih banyak dari aspal. Dalam Sukirman (1999: 44) sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Perkerasan jalan dibuat untuk memenuhi fungsi dalam menerima beban kendaraan yang besar, untuk itu kualitas material batuan, perancangan dan pengerjaan akan

mempengaruhi kekuatan, keawetan dan umur pakai perkerasan. Perkerasan lentur (flexible pavement) perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar. Material utama penyusun lapisan perkerasan lentur jalan adalah agregat 90 – 95 % dari berat campuran perkerasan, dan 0 – 10 % adalah aspal sebagai pengikatnya. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan dari sifat-sifat butir agregat dan gradasi batuan (agregat), dan aspal sebagai pengikat harus mampu mengikat dan melapisi batuan dengan kuat.

Klasifikasi Aspal Beton

Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca,

Substitusi Limbah Plastik “HDPE” Sebagai Pasir Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan Beton Aspal

gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis dibawahnya dari rembesan air

2. Sebagai lapis pondasi atas

3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.

Sesuai dengan fungsinya maka lapis aspal beton mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis aus, maka kadar aspal yang dikandungnya haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapis yang kedap air. Agregat yang dipergunakan lebih halus dibandingkan dengan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis pondasi. Berdasarkan metode pencampurannya, aspal beton dapat dibedakan atas:

a. Aspal beton Amerika, yang bersumber kepada Asphalt Institute

b. Aspal beton durabilitas tinggi, yang bersumber pada British Standard (BS) 594, Inggris dan dikembangkan oleh CQCMU, Bina Marga, Indonesia.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya (Sukirman, 1999).

Berdasarkan jenis dan fungsinya perkerasan lentur terdiri dari lapisan- lapisan sebagai berikut:

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan yang terletak atas disebut lapis permukaan yang mempunyai fungsi sebagai berikut:

a. Lapis perkerasan penahan roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.

c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan yaitu lapis pondasi atas. Lapis pondasi atas ini berfungsi sebagai berikut:

a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkannya beban ke lapisan di bawahnya.

b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar yaitu lapis pondasi bawah. Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai berikut:

a. Lapis peresapan, agar air tanah tidak terkumpul di

pondasi.

b. Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda – roda alat besar.

c. Lapisan untuk mencegah partikel – partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50 – 100 cm yang berada di atas lapisan pondasi bawah adalah lapisan tanah dasar. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya.

Definisi Aspal Beton

Aspal beton adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Dalam campuran aspal terdapat berbagai macam jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Perbedaannya pada gradasi agregat dan sifat karakteristik dari aspal beton. Menurut Sukirman (2003) dapat dibagi kedalam 3 macam campuran sesuai dengan fungsinya, yaitu:

a. Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)

b. Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete – Binder Course*)

c. Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete – Base*)

Salah satu lapisan aspal beton yang digunakan pada penelitian ini adalah laston lapis aus (AC – WC / aspal cement wearing Course). Laston (AC – WC) adalah lapis permukaan dalam perkerasan yang mengalami kontak langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai stabilitas (daya dukung) yang tinggi.

Tabel 1. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston

Substitusi Limbah Plastik “HDPE” Sebagai Pasir Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan Beton Aspal

Sifat - sifat campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Jumlah tumbukan per bidang		75		12
Penyerapan aspal, %	maksimum	1,2		
Rongga dalam campuran (VIM), %	minimum	3,5		
	maksimum	5,5		
Rongga dalam agregat (VMA), %	minimal	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFB), %	min.	65	63	60
Stabilitas Marshall, kg	min.	800		1500
	mak.	-		-
Pelelehan, mm	mak.	3		5
	min.	250		300
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C pada VIM 1111	min.	80		
Rongga dalam campuran pada kepadatan membal (refusal), %	min.	2,5		

Plastik HDPE

Plastik adalah polimer rantai-panjang dari atom yang mengikat satu samalain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Plastik dapat dibentuk menjadi film atau fiber sintetik. Plastik didesain dengan variasi yang sangat banyak dalam properti yang dapat mentoleransi panas, bersifat keras, "reliency" dan lain-lain. Digabungkan dengan kemampuan adaptasinya, komposisi yang umum dan beratnya yang ringan memastikan plastik digunakan hampir di seluruh bidang industri.

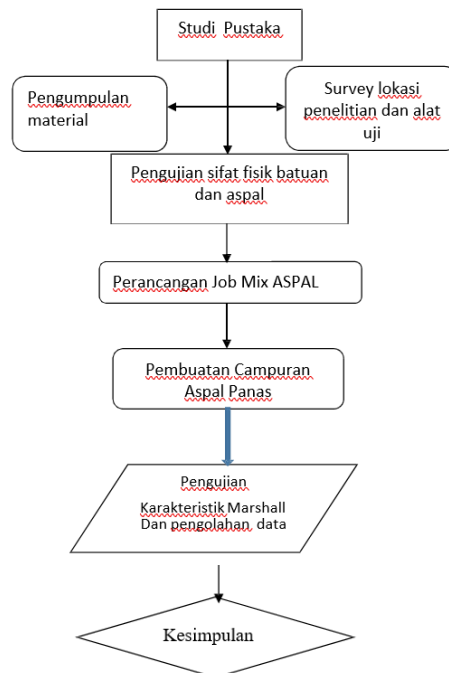
Tabel 2. Berat Jenis Plastik Standar ASTM D792 dan D1505

Material	Density (Kg/m ³)
PP (Homo)	903
PP (Random)	895-903
PP (ICP)	900
LDPE	910-925
HDPE	941-965
PS (GPPS & HIPS)	1050
ABS	920-1180
PET	1560

Sumber: PT. Tri Polyta Indonesia Tbk

Pengujian Material

Dalam penelitian ada beberapa tahap pengujian yang harus dilakukan dan jumlah sample pengujian yang diperlukan pada masing-masing pengujian. Tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat *flow-chart* berikut ini:



Gambar 1. Flowchart penelitian

Dalam penelitian ada beberapa tahap pengujian yang harus dilakukan dan jumlah sample pengujian yang diperlukan pada masing-masing:

- A. Tahap Persiapan, meliputi:
 - a. Studi Pustaka
 - b. Mencari sumber plastik HDPE yang telah di daur ulang, di daerah kelurahan Polean Kota Malang
- B. Tahap Pengujian Material, meliputi:
 - a. Agregat Halus (Pasir), meliputi: Berat Jenis dan penyerapan, Kadar lumpur, kadar air, gradasi dan modulus Kehalusan pasir.
 - b. Agregat Kasar (Kerikil), meliputi: Berat Jenis dan penyerapan, Kekerasan, kadar air, gradasi dan modulus Kehalusan kerikil.
- C. Tahap Perencanaan campuran aspal Campuran panas dengan variasi plastik yg disubstitusikan 0%,5%,10%,15%,20%.
- D. Tahap pembuatan Aspal campuran panas
- E. Pengambilan data uji, meliputi: Pengujian Marshall untuk semua sampel, utk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan.
- F. Pengolahan Data

Hasil Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini merupakan aspal pertama dengan penetrasi 60/70 yang diperoleh pengujian di laboratorium bahan jalan Jurusan teknik Sipil. Aspal dengan penetrasi 60/70 digunakan untuk lalu lintas dengan volume berat, sehingga dapat menghasilkan nilai stabilitas yang tinggi.

Substitusi Limbah Plastik “HDPE” Sebagai Pasir Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan Beton Aspal

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Aspal

No.	Jenis Pengujian	Hasil	Persyaratan
1	Penetrasi, 25°C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	64	60 – 79
2	Titik lembek, °C	49,6	48-58
3	Berat jenis	1,030	min. 1,0

Hasil pengujian sifat fisik aspal yang dilakukan, maka kualitas aspal dapat dipakai pada lapisan perkerasan aspal beton untuk jalan kelas I, daerah panas dan lalu lintas padat dengan beban yang besar.

Tabel 4. Dengan Campuran bahan 0% plastik

Variasi Aspal	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Flow (mm)	Stabilitas (Kg)
4,5	24,74	4,80	80,55	2,17	1.190,0
5,0	25,12	4,34	82,72	1,92	1.318,0
5,5	22,62	4,85	78,53	2,93	978,4
6,0	25,84	4,63	82,06	2,06	1.002,0

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas dengan substitusi plastik 0% pada pasir ϕ 2.36 mm, nilai VMA untuk campuran beton yang direncanakan, menghasilkan nilai VMA diatas nilai standar minimal 15%. Untuk semua variasi aspal yang digunakan nilai VMA didapat antara 20-25%, yang menunjukkan adanya pengisian pori oleh aspal dan plastik yang meleleh diantara agregat lebih besar sehingga berdampak terhadap peningkatan nilai stabilitas perkerasan dan mengecilnya lendutan yang terjadi.

Tabel 5. Dengan Campuran bahan 5% plastik

Variasi Aspal	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Flow (mm)	Stabilitas (Kg)
4,5%	19,76	3,84	70,30	2,60	936
5%	20,10	3,87	71,08	2,85	952
5,5%	20,47	3,88	72,08	2,97	1054,4
6%	20,67	3,83	72,9	3,35	1068
6,5%	20,78	3,96	73,4	3,75	1095

Substitusi pasir 5% dengan plastik hdpe terhadap karakteristik Marshall Flow atau kelelahan pada lapisan aspal bentuk adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan, artinya tdk ada kenaikan beban yang bekerja. Nilai Flow yang terjadi sangat dipengaruhi benyak nya aspal yang mengikat dan kualitas agregat yang dipakai, sebagai mana substitusi plastik terhadap ukuran pasir ϕ 2,36mm akan mempengaruhi lekatan plastik dengan agregat karena plastik setelah dipanaskan mengalami kelelahan tetapi tdk mencair dan bersifat lapisan film yang tentunya akan berfungsi sebagai pelapis agregat.

Tabel 6. Dengan Campuran bahan 10 % plastik

Variasi Aspal	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Flow (mm)	Stabilitas (Kg)
4.5%	22.6	3.8	76	3.5	1182.8
5%	22.90	4.53	79.50	3.63	1484.32
5.5%	23.02	4.75	81.3	3.72	1768.51
6%	23.80	5.05	81.8	3.85	1683.56
6.5%	24.01	5.25	82.01	3.95	1683.56

Seperti pada penjelasan grafik nilai VIM akibat dari subatitisi plastik 10 %, nilai VIM berada didalam kisaran standar , maka berdampak pada nilai stabilitas, ada peningkatan nilai stabilitasnya jika batas standar minimal 800 kg, utuk kelas jalan KelasI, maka nilai yang terjadi lebih besar berarti mmengganti pasir dengan plastik limbah menaikkan nilai stabilitas dengan pelelehan plastik menjadi lapisan dan tidak melebur dengan aspal ,maka plastik bersifat plastis dalam membungkus agregat campuran.membuat perkerasan lebih stabil pengikatan pada agregat lebih kuat dan tahan.

Tabel 7. Dengan Campuran bahan 15% plastik

Variasi Aspal	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Flow (mm)	Stabilitas (Kg)
4.5%	21.42	3.52	80.27	2.80	1400
5%	21.80	3.68	82.4	2.95	1415
5.5%	22.03	3.82	82.9	3.05	1460
6%	22.40	3.9	83.68	3.16	1490
6.5%	22.90	4.01	84.7	3.30	1503

Akan halnya substitusi plastik sebesar 15% terhadap pasir, akan berdampak nilai VMA,nilai VMA meningkat menunjukkan perkerasan semakin padat volume pori terisi oleh lapisan plastik yang bersifat lapisan film tadi mengakibatkan lapisan perkerasan meningkat sifat kepadatannya, hal ini menguntungkan jika nilai VMA meningkat

Substitusi Limbah Plastik “HDPE” Sebagai Pasir Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan Beton Aspal

maka jumlah volume pori mengecil (VIM) selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, kuat beton aspal padat akan lebih kedap air sehingga kemampuan menahan keausan semakin baik, namun ada sisi negatifnya maka akan semakin mudah terjadi bleeding, yaitu terjadi pengaliran aspal kepinggir jalan akibat beban kendaraan yang berulang-ulang sama dengan substitusi 5%, dengan kenaikan jumlah plastik yang digantikan akan menambah jumlah plastik yang menyebabkan semakin tebal lapisan aspalnya membungkus agregat sehingga berdampak penambahan nilai stabilitas dan memperkecil nilai kelelahan (Flow) perkerasan, rongga pori (VMA) mengalami penurunan begitu pula nilai VIM (Void in mix).

Tabel 8. Dengan Campuran bahan 20% plastik

Variasi Aspal	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Flow (mm)	Stabilitas (Kg)
4.5%	23.18	3.69	78.56	2.71	1550
5%	23.40	3.92	78.92	2.95	1575
5.5%	23.71	3.98	80.46	3.08	1590
6%	24.08	4.04	80.96	3.38	1610
6.5%	24.30	4.4	81.02	3.75	1625

Dengan penggunaan gradasi yang rapat, kualitas agregat yang memenuhi standar, kualitas perkerasan yang dihasilkan memenuhi semua kriteria Marshall yang menghasilkan Stabilitas diatas 800 kg, nilai kelelahan (lendutan) yang terjadi dibawah 3 mm, nilai VIM yang dihasilkan berada dalam batas 3.5 – 5.5 mm, Nilai VMA diatas 15%, dan nilai VFB diatas 65%, secara keseluruhan, campuran perkerasan tanpa plastik memenuhi standar RSNI 03-1737-1989. Nilai kadar optimum aspal (KAO) 5.6 %

Kesimpulan

Berikut ini adalah hasil kesimpulan dari penelitian:

1. Peningkatan jumlah plastik pada campuran, meningkatkan daya dukung, peningkatan VFB, VIM berada pada batas yang disyaratkan dan kelendutan perkerasan semakin kecil, maka kualitas campuran semakin memenuhi karakteristik aspal beton.
2. Substitusi plastik pada campuran lapisan aspal beton, substitusi plastik 10%, KAO yang terjadi sama dengan campuran tanpa plastik 5.6 %. Dengan substitusi plastik 15% dan 20%, nilai KAO yang didapat menurun, masing-masing 5.35 % dan 6.25 % terhadap zero plastik, dan 20% plastik, KAO meningkat 3.57% terhadap campuran standar, dan karakteristik aspal beton semakin tinggi.
3. Dengan pemanfaatan plastik 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% , karakteristik campuran aspal beton meningkat, terutama daya dukung beban (stabilitas) rata-rata

meningkat 200 % dan kelendutan (flow) meningkat pada 22.75%, tetapi masih dibawah batasan lendutan yang disyaratkan.

Saran

Agar penelitian selanjutnya tentang evaluasi blok tegangan tekan ekuivalen dapat dilaksanakan dengan lebih baik maka terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Dapat dilanjutkan penelitian dengan gap gradasi agregat kasar yang besar.
2. Dapat dilanjutkan juga penelitian aspal dengan filler yang berbeda.

Daftar Rujukan

- Aqif, Mohamad. 2012. Optimasi Kadar Aspal Beton AC 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lalu Lintas Berat Menggunakan Material Lokal Bantak. Proyek Akhir. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Silvia Sukirman (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Silvia Sukirman (1992). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Revisi SNI 03-1737-1989. Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya. Jakarta: Badan Litbang DPU.
- SNI 03-1737 1989 Tata cara perancangan campuran beton aspal panas.
- SNI 03-1970-1990 Metode Pengujian berat Jenis dan Penyerapan pasir.
- SNI 03-1969-1990 Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.
- SNI 06-2456-1991, Metode Pengujian Penetrasi Aspal Keras.
- SNI 06-2434-1991, Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Keras.
- SNI 06-2441-1991, Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Keras.
- Traksi. Vol. 3. No. 2, Desember 2005.
- Taher Baghaee Moghaddam, Mohammed Rehan Karim Journal of Engineering Science and Technology Vol. 8, No. 3 (2013) 264 - 271 © School of Engineering, Taylor's University.