

ANALISIS KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE* (HRS-WC) MENGUNAKAN BAHAN TAMBAH PLASTIK BEKAS JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE)

Ellis Seprian Arisandi

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: ellisseprian@gmail.com

Desriantomy

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: desriantomy@jts.upr.ac.id

Supiyan

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya, e-mail: supiyan@yahoo.co.id

Abstract: Based on data from the Palangka Raya City Environmental Service in 2019, the waste disposed of by the people of Palangka Raya city reached 920.94 m³ per day or around 138,141.5 kg per day consisting of 65% inorganic waste and 35% organic waste. Plastic type waste is the most dominant part of inorganic waste. One alternative to overcome environmental problems is to reuse plastic as an additive when mixing asphalt, known as Modified Asphalt. The purpose of this study was to determine the effect of adding High Density Polyethylene (HDPE) plastic to the Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC) mixture and how much HDPE plastic waste was used in the mixture as an effort to reduce plastic waste that was difficult to decompose. Methods This research uses laboratory test methods. Based on the results of the study, it was obtained that the Optimum Asphalt Level (KAO) was 7.30% and then using KAO obtained from the previous test was added with variations in plastic content ranging from 2% to 10%, the maximum HDPE added content was obtained from the Marshall parameter value that met the specification requirements, namely the content of HDPE added was 8.7% of the weight of asphalt, the stability value increased by 79.664 kg, the flow value increased by 0.089 mm, the cavity in the mixture (VIM) decreased by 0.9%, the cavity filled with asphalt (VFB) increased by 3.45 % and Marshall quotient increased by 12,778 kg / mm for the mixture without using HDPE added material.

Keywords: high density polyethylene maximum, marshall parameters, modified asphalt

Abstrak: Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya pada tahun 2019, sampah yang dibuang oleh masyarakat kota Palangka Raya mencapai 920,94 m³ per hari atau sekitar 138.141,5 kg per hari yang terdiri dari 65% sampah anorganik dan 35% sampah organik. Sampah jenis plastik merupakan bagian paling dominan pada sampah anorganik. Salah satu alternatif yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan lingkungan yaitu dengan menggunakan kembali (*reuse*) plastik bekas sebagai bahan aditif saat pencampuran aspal, dikenal dengan Aspal Modifikasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) pada campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) dan seberapa besar penggunaan sampah plastik HDPE dalam campuran sebagai upaya pengurangan sampah plastik yang sulit terurai. Metode Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,30% dan selanjutnya menggunakan KAO yang didapat dari pengujian sebelumnya ditambahkan dengan variasi kadar plastik rentang 2% hingga 10%, didapat kadar penambahan HDPE maksimum dari nilai parameter Marshall yang memenuhi persyaratan spesifikasi yaitu pada kadar penambahan HDPE sebesar 8,7% dari berat aspal, nilai stabilitas naik 79,664 kg, nilai *flow* naik sebesar 0,089 mm, rongga dalam campuran (VIM) turun sebesar 0,9%, rongga terisi aspal (VFB) naik sebesar 3,45% dan hasil bagi Marshall naik sebesar 12,778 kg/mm terhadap campuran tanpa menggunakan bahan tambah HDPE.

Kata kunci: aspal modifikasi, *high density polyethylene* maksimum, parameter marshall

PENDAHULUAN

Plastik merupakan suatu komoditas yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan atau produk yang digunakan terbuat dari plastik dan sering digunakan sebagai pengemas bahan baku. Namun pada kenyataannya, plastik menjadi salah satu masalah yang timbul dan berdampak buruk terhadap lingkungan dikarenakan plastik merupakan partikel yang sulit terurai dan membutuhkan waktu yang sangat lama. (Kemala, 2012).

Kondisi pertambahan jumlah penduduk diiringi dengan meningkatnya penggunaan plastik dalam kebutuhan masyarakat. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya, (2019) sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) oleh masyarakat kota Palangka Raya mencapai 920,94 m³ perhari atau sekitar 138.141,5 kg per hari yang terdiri dari 65% sampah anorganik dan 35% sampah organik. Sampah jenis plastik merupakan paling dominan pada sampah anorganik.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan lingkungan yaitu dengan menggunakan kembali (*reuse*) plastik bekas sebagai bahan aditif saat pencampuran aspal dan mineral pada *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang dikenal dengan Aspal Modifikasi. Salah satunya jenis modifikasi aspal dengan polimer, cara ini berpotensi digunakan sebagai bahan tambah perkerasan jalan yang memiliki sifat dapat meningkatkan stabilitas, mengurangi kepekaan terhadap suhu dan meningkatkan ketahanan terhadap deformasi (Rianung, 2007).

Penelitian ini melakukan uji coba dengan memanfaatkan plastik bekas yang akan digunakan kembali sebagai bahan tambah dalam campuran aspal dan mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap penambahan plastik Tipe *High Density Polyethylene* (HDPE) pada campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC). Ditinjau terhadap Parameter Marshall, diharapkan dengan penambahan bahan plastik bekas ini mampu meningkatkan kualitas campuran aspal dan juga sekaligus salah satu langkah penanganan pengurangan sampah yang sulit terurai dengan peningkatan nilai gunanya.

Oleh karena itu permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) dengan bahan tambah

plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) memenuhi persyaratan spesifikasi ?

2. Apakah penggunaan limbah plastik memberikan pengaruh terhadap karakteristik pada campuran lapis *Asphalt Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) ?
3. Berapa nilai kadar optimum (KAO) dan nilai Marshall yang dihasilkan dari nilai kadar aspal optimum (KAO) pada campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) ?
4. Berapa nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dengan menggunakan bahan tambah plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan variasi kadar bahan tambah 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap berat aspal yang diperoleh dari kadar aspal optimum ?
5. Berapa kadar bahan tambah maksimum dari campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) dari variasi kadar bahan tambah yang diteliti ?

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC).
2. Mengetahui proporsi dari komposisi yang digunakan pada campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC).
3. Mengetahui pengaruh penambahan plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) terhadap peningkatan karakteristik campuran aspal *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) dengan aspal penetrasi 60/70.
4. Menentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) serta nilai karakteristik Marshall yang dihasilkan dari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC).
5. Mengetahui kadar bahan tambah maksimum dari campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC) dari variasi kadar bahan tambah yang diteliti.

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana efektif penggunaan plastik bekas yang ada di sekitar kita sebagai bahan tambah pada campuran aspal panas yang dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas konstruksi lapis perkerasan sehingga diharapkan dapat direkomendasikan penggunaan sampah plastik untuk meningkatkan mutu perkerasan lentur jalan raya, dan juga sekaligus salah satu

langkah penanganan untuk mengurangi sampah yang sulit terurai dengan peningkatan nilai fungsinya.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Menurut Sukirman (2003), lapisan permukaan adalah bagian perkerasan yang terletak pada bagian paling atas dari struktur perkerasan lentur dan memiliki fungsi antara lain:

1. Sebagai bagian dari perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban-beban roda kendaraan yang melintas di atasnya.
2. Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan.
4. Sebagai lapisan yang menyebarkan beban kebagian bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan yang mempunyai daya dukung lebih rendah.

Hot Rolled Sheet (HRS)

Lapis tipis aspal beton (*lataston*) adalah lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi senjang, bahan tambah (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (dalam suhu tertentu, minimum 124°C), dengan ketebalan padat 2,5 cm atau 3 cm (Sukirman, 2003).

Pembuatan lapis tipis aspal beton (*lataston*) bertujuan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapisan antar pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi bawahnya. *Hot Rolled Sheet (HRS)* bersifat lentur dan mempunyai durabilitas yang tinggi, hal ini disebabkan campuran HRS dengan gradasi senjang mempunyai rongga dalam campuran yang cukup besar, sehingga mampu menyerap jumlah aspal dalam jumlah banyak (7-8%) tanpa terjadi kelebihan aspal (*bleeding*). Selain itu, HRS juga mudah dipadatkan sehingga lapisan yang dihasilkan mempunyai kedekatan terhadap air dan udara tinggi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018).

Plastik *High Density Polyethylene (HDPE)* sebagai Bahan Aditif pada Campuran Aspal

Aspal modifikasi merupakan aspal yang dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah (*filler*) guna untuk meningkatkan stabilitas lapis perkerasan serta bentuk upaya mengurangi sampah plastik. Salah satu contoh aspal modifikasi adalah aspal modifikasi polimer. Polimer sering digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan sebagai modifikasi aspal. Penambahan bahan aditif jenis polimer dalam jumlah kecil ke dalam aspal terbukti dapat meningkatkan kinerja aspal dan memperpanjang umur kekuatan/masa layan perkerasan (Sengoz dan Isikyakar, 2008). Polimer juga dapat meningkatkan daya tahan perkerasan terhadap berbagai kerusakan, seperti deformasi permanen, retak akibat perubahan suhu, *fatigue damage*, serta pemisahan/pelepasan material (Yildirim, 2005).

Dalam penelitian ini menggunakan bahan aditif plastik bekas *High Density Polyethylene (HDPE)*. Jenis ini sering digunakan sebagai plastik kemasan deterjen, botol shampo dan jerigen pelumas. Plastik *High Density Polyethylene (HDPE)* memiliki ciri kuat, tidak transparan, keras, tahan terhadap suhu tinggi serta korosi. HDPE mempunyai massa jenis antara 0,95-0,97 gmL⁻¹, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 135°C (Diansari, 2016).

Menurut Asrar (2007), dalam tesisnya menyimpulkan bahwa penambahan plastik dalam aspal akan memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat-sifat aspal. Hasil pengujian Marshall terhadap campuran beraspal yang

mengandung plastik menunjukkan bahwa penambahan kadar plastik sampai dengan 3% pada aspal meningkatkan nilai stabilitas, berat isi, kepadatan agregat yang dipadatkan (*Compacted Aggregate Density*) dan *Marshall Quotient* campuran *Hot Rolled Asphalt*.

Agregat

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Sehingga daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan. Ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran dengan material lain (Sukirman, 2003).

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2018), agregat dibagi menjadi 3 jenis dalam perkerasan jalan berdasarkan ukuran butirannya yaitu :

1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan.

2. Agregat Halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm).

3. Bahan Tambah (*filler*)

Bahan tambah (*filler*) merupakan material pengisi yang digunakan dalam lapisan aspal. *Filler* dalam campuran beton aspal adalah bahan yang 100% lolos saringan no.100 dan paling kurang 75% lolos saringan no.200.

Aspal

Aspal adalah material utama pada konstruksi lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan raya, yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air dan mudah dikerjakan (Shirley L. Hendarsin, 2000).

Karakteristik Campuran Aspal

Campuran Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan

tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *hotmix* (Sukirman, 2003).

Metode Perencanaan Campuran

Metode perencanaan campuran tentunya diperlukan untuk memenuhi spesifikasi, sehingga diharapkan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi kriteria yang baik dan agregat yang tersedia. Pada penelitian ini menggunakan Metode Standar Bina Marga. Metode ini dipakai untuk menghitung perkerasan aspal yang digelar di atas *subgrade* yang telah dipadatkan (sistem dua lapisan) (Sukirman, 2007).

Estimasi Kadar Aspal Awal

Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan (2002), untuk menentukan kadar aspal awal terdapat beberapa pendekatan, yaitu dengan formula sebagai berikut :

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

P_b = % kadar aspal awal terhadap berat total campuran

$\%CA$ = % agregat kasar (*coarse aggregate*) terhadap berat total agregat

$\%FA$ = % agregat halus (*fine aggregate*) terhadap berat total agregat

$\%FF$ = % filler terhadap berat total agregat

K = Nilai konstanta kira-kira 2,0 sampai 3,0 untuk lataston.

Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01 inci. Nilai stabilitas dan nilai *flow* minimal sebesar 800 kg. Untuk aspal modifikasi nilai stabilitas dan nilai *flow* minimal sebesar 1000 kg (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018).

METODE PENELITIAN

Umum

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, yaitu untuk menganalisis penggunaan plastik bekas sebagai bahan tambah pada aspal dalam lapisan Lataston Lapis Aus (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*). Dalam penelitian di Laboratorium diadakan pengamatan dan pemeriksaan terhadap proporsi perencanaan campuran Lataston Lapis Aus (*Hot Rolled Sheet-Wearing Course*) yang memenuhi spesifikasi. Data yang dihasilkan digunakan untuk perencanaan campuran, yang selanjutnya dibuat benda uji untuk dilakukan uji Marshall sehingga didapat karakteristik campuran perkerasan yang diteliti.

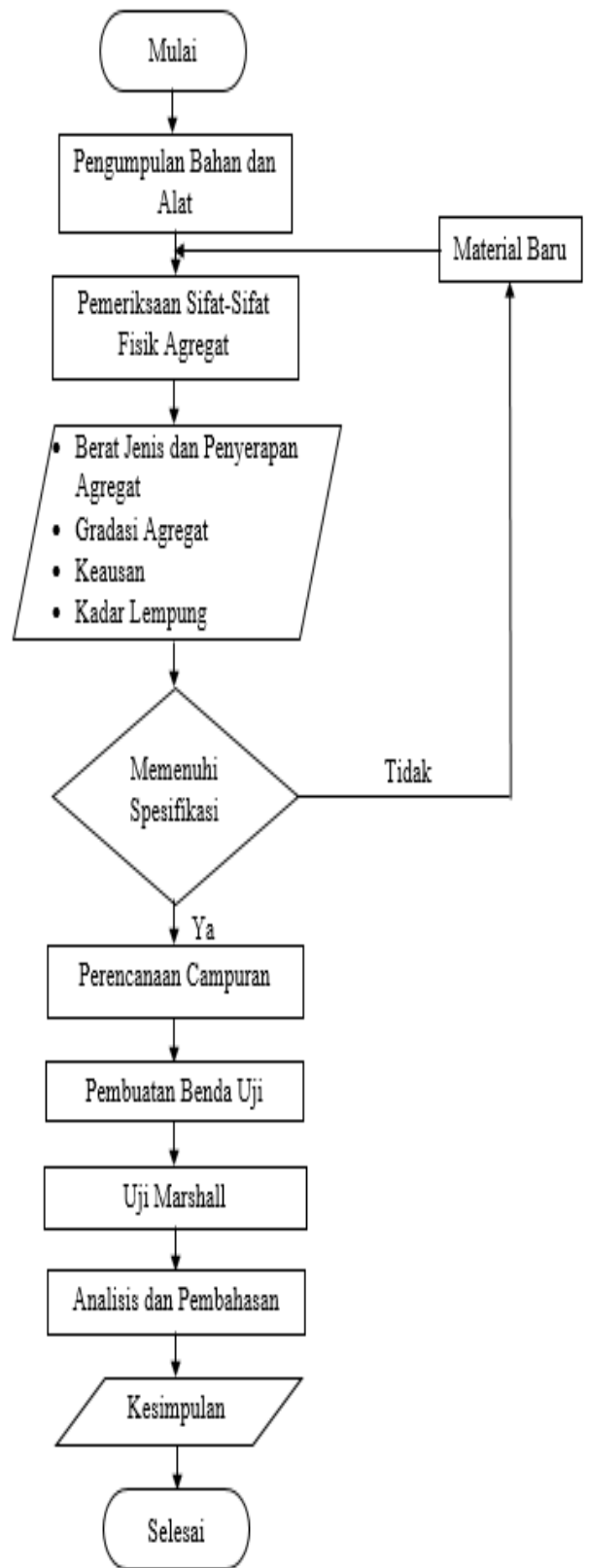
Pengambilan Material

Pengambilan Material berupa agregat kasar dan abu batu ex. Palu pada *stockfile* yang berada di *Asphalt Mixing Plant (AMP) PT. Kalindra Utama Jalan Trans Kalimantan Palangka Raya-Kuala Kurun Desa Bahu Palawa Kabupaten Pulang Pisau dan Pengambilan Material agregat halus dari Tangkiling, Kecamatan Bukit Batu bertepatan di Km. 25 Jalan Tjilik Riwit.*

Pengambilan Data Sampel

Pengambilan data dilakukan dengan membuat benda uji (briket) sebanyak 30 buah dalam 2 kali percobaan. Percobaan pertama dibuat 15 benda uji yang terdiri dari 1 macam komposisi terbaik yang mendekati spesifikasi dengan 5 variasi kadar aspal. Tiap variasi kadar aspal dibuat 3 buah benda uji yang kemudian hasilnya dirata-ratakan untuk kemudian didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Percobaan kedua, Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat pada percobaan pertama digunakan sebagai kadar aspal untuk memuat 15 buah benda uji, yang terdiri dari 5 variasi persentase berat plastik bekas terhadap berat aspal yang diperoleh dari Kadar Aspal Optimum (KAO), yaitu berat plastik sebagai bahan persentase 2%; 4%; 6%; 8% dan 10%. Tiap variasi persentase berat plastik dibuat 3 buah benda uji. Pembuatan dan pengujian benda uji ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Tahapan Penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

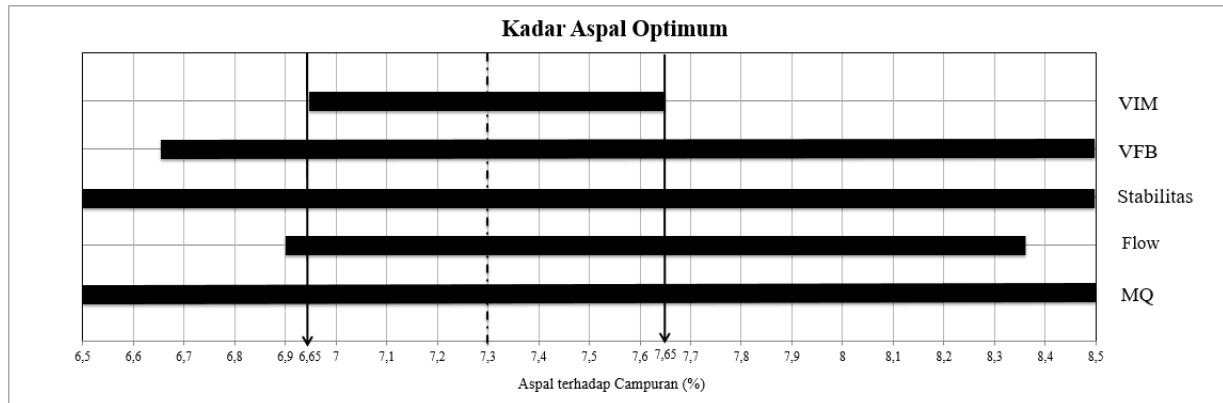


Gambar 1. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan briket atau benda uji. Pembuatan benda uji mengikuti prosedur pada SNI 06-2489-1991.

Sifat karakteristik Marshall terhadap kadar aspal seperti berikut pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan nilai parameter Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO)

Hasil evaluasi sifat karakteristik Marshall menunjukkan bahwa rentang kadar aspal 6,5% hingga 8,5% campuran memenuhi semua persyaratan yang ditentukan. Berdasarkan rentang

tersebut diambil nilai tengah rentang yaitu 7,3% sebagai nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Dari hasil pengujian maka didapat hasil nilai parameter Marshall KAO 7,3% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai parameter karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Komposisi Campuran	KAO (%)	Parameter Karakteristik Marshall				
		Stab. (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)
I	7,30	938,00	3,20	4,90	76,7	297,00
Spesifikasi	-	>800	>3	4-6	>68	>250

Sumber : Hasil perhitungan (2020)

Dapat dilihat dari tabel di atas bahwa nilai parameter karakteristik Marshall dari Kadar Aspal Optimum (KAO) memiliki stabilitas sebesar 938,00 kg, flow sebesar 3,20 mm, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 4,90%, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 76,7 % dan hasil bagi Marshall (MQ) sebesar 297,00 kg/mm.

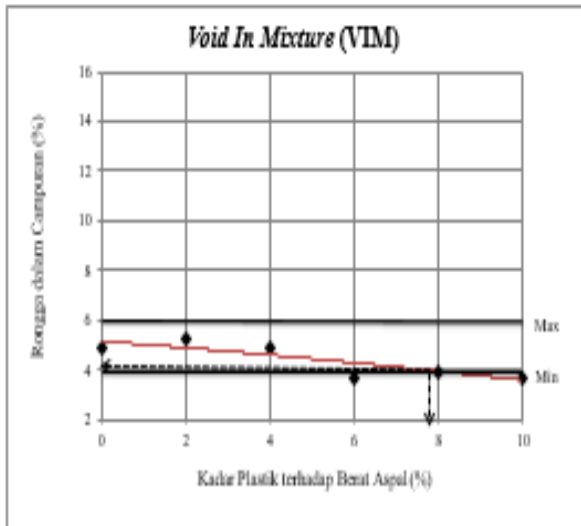
Hasil dari pengujian parameter karakteristik Marshall pada percobaan Marshall II pada campuran dengan variasi persentase bahan tambah *High Density Polyethylene* (HDPE) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengujian karakteristik Marshall dengan bahan tambah plastik jenis HDPE

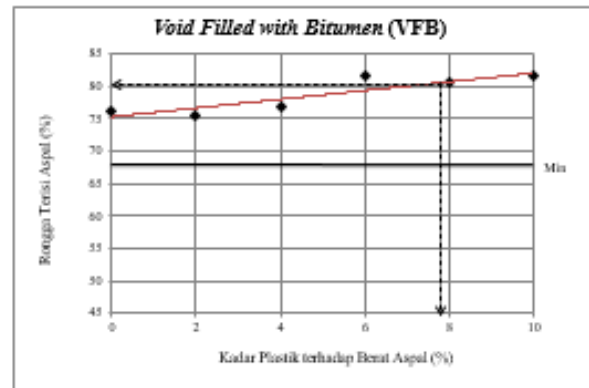
Kadar HDPE Terhadap Berat Aspal (%)	Parameter Karakteristik Marshall					Ket.
	Stab. (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)	
2	973,449	3,22	5,275	75,472	303,277	Hasil marshall I
4	973,698	3,22	4,937	76,766	302,368	Memenuhi
6	1005,540	3,27	3,723	81,580	308,140	Memenuhi
8	1012,672	3,28	3,962	80,575	308,029	Memenuhi
10	1026,935	3,30	3,730	81,642	313,025	Memenuhi
Spesifikasi	>800	>3	4-6	>68	>250	

Sumber : Hasil perhitungan (2020)

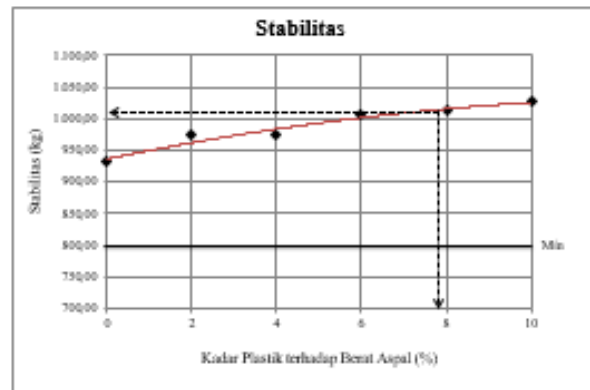
Dari hasil pengujian Marshall II ini menunjukkan bahwa pada penambahan HDPE ke dalam campuran pada persentase 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% terhadap berat aspal dari KAO, campuran aspal tersebut sudah memenuhi Spesifikasi Parameter Marshall pada Spesifikasi Bina Marga (2018). Hasil evaluasi sifat karakteristik Marshall menunjukkan bahwa rentang penambahan kadar HDPE persentase 2% hingga 10% campuran hanya memenuhi pada kadar penambahan 8%. Berdasarkan rentang tersebut diambil nilai kadar penambahan HDPE maksimum dilihat dari nilai parameter Marshall memenuhi semua persyaratan spesifikasi yang telah ditentukan dan dilihat dari nilai stabilitas tertinggi, yaitu pada kadar penambahan HDPE sebesar 8,7% sehingga dapat ditetapkan sebagai kadar bahan tambah HDPE maksimum. Dari hasil pengujian maka didapat hasil nilai parameter Marshall kadar HDPE maksimum yang bernilai 8,7%. Perbandingan parameter karakteristik Marshall antara campuran aspal tanpa menggunakan bahan tambah HDPE dan yang menggunakan HDPE sebagai bahan tambah dapat dilihat pada grafik hasil hubungan pada gambar 3 hingga gambar 8 yang telah didapatkannya kadar penambahan plastik jenis *High Density Polyethylen* (HDPE) sebesar 8,7% dari berat aspal KAO.



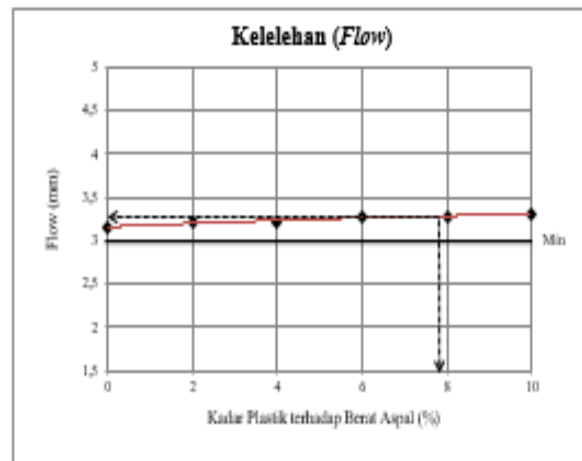
Gambar 3. Grafik hasil hubungan rongga udara dalam campuran (VIM) terhadap variasi penambahan kadar *High Density Polyethylene* (HDPE)



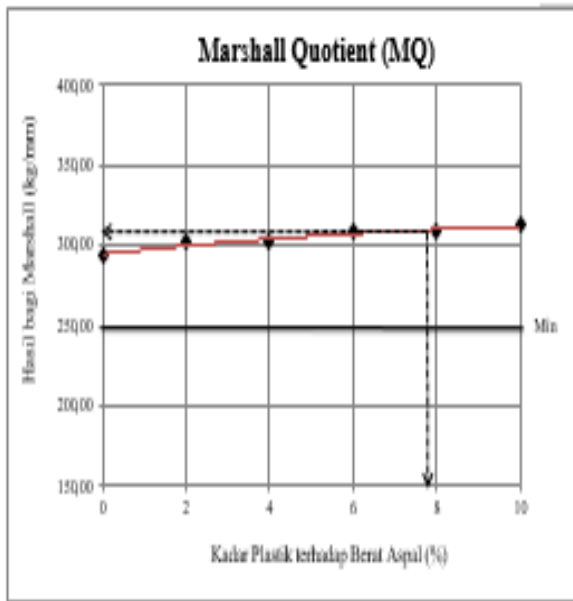
Gambar 4. Grafik hasil hubungan rongga terisi aspal (VFB) terhadap variasi penambahan kadar *High Density Polyethylene* (HDPE)



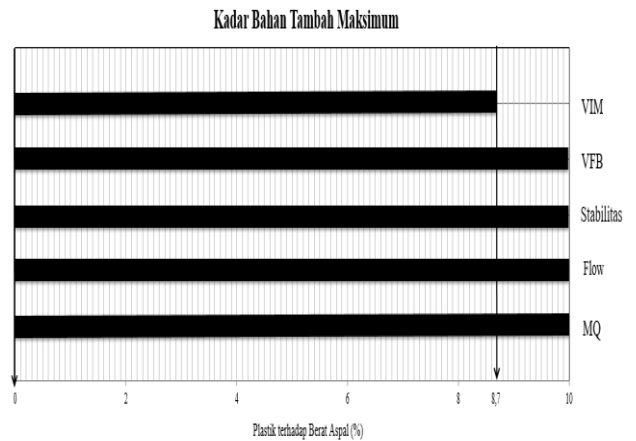
Gambar 5. Grafik hasil hubungan stabilitas terhadap variasi penambahan kadar *High Density Polyethylene* (HDPE)



Gambar 6. Grafik Hasil Hubungan Kelelahan (*Flow*) terhadap Variasi Penambahan Kadar *High Density Polyethylene* (HDPE)



Gambar 7. Grafik hasil hubungan hasil bagi Marshall terhadap variasi penambahan kadar *High Density Polyethylene* (HDPE)



Gambar 8. Grafik hubungan nilai parameter Marshall terhadap variasi penambahan kadar *High Density Polyethylene* (HDPE)

Dari hasil grafik hubungan pengujian marshall maka didapat hasil perbandingan nilai parameter marshall yang bernilai dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter Karakteristik Marshall pada Kadar HDPE 0% dan Kadar HDPE Maksimum

Komposisi campuran	Kadar HDPE (%)	Parameter Karakteristik Marshall				
		Stab. (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VFB (%)	MQ (kg/mm)
I	0	938,00	3,20	4,90	76,7	297,00
II	8,7	1017,664	3,289	4	80,15	309,778
Spesifikasi	-	>800	>3	4-6	>68	>250

Sumber : Hasil Perhitungan (2020)

Dari tabel 3 di dapat disimpulkan bahwa penambahan plastik jenis *High Density Polyethylen* (HDPE) sebesar 8,7% dari berat aspal KAO, dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan tambah plastik dan dengan menggunakan bahan tambah HDPE yaitu mengalami kenaikan sebesar 79,664 kg, nilai *flow* naik sebesar 0,089 mm, rongga dalam campuran turun sebesar 0,90%, rongga terisi aspal naik sebesar 3,45% dan hasil bagi Marshall naik sebesar 12,778 kg/mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan studi ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian pendahuluan terhadap parameter Marshall dengan variasi kadar aspal 6,5%; 7,0%; 7,5%; 8,0% dan 8,5% memberikan Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 7,30%.
2. Campuran beraspal yang menggunakan KAO 7,30% dan bahan tambah plastik jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) dengan variasi kadar bahan tambah plastik sebesar 2%; 4%; 6%; 8% dan 10% terhadap berat aspal

optimum, mempunyai parameter Marshall sebagai berikut :

- a. Nilai stabilitas untuk semua variasi kadar bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada campuran dengan kadar plastik 10%, yaitu sebesar 1026,935 kg. Nilai Stabilitas yang dihasilkan meningkat seiring dengan penambahan plastik.
 - b. Nilai kelelahan (*flow*) untuk semua variasi kadar bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai *flow* tertinggi terdapat pada campuran dengan kadar plastik 10%, yaitu sebesar 3,30 mm. Nilai *flow* meningkat seiring dengan meningkatnya kadar plastik.
 - c. Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) untuk variasi kadar bahan tambah plastik 2%, dan 4% memenuhi spesifikasi dan untuk variasi kadar bahan tambah plastik 6%, 8% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi. Nilai VIM tertinggi yang memenuhi spesifikasi terdapat pada campuran dengan kadar plastik 2%, yaitu sebesar 5,10%. Nilai rongga dalam campuran (VIM) yang dihasilkan cenderung menurun dengan meningkatnya kadar plastik.
 - d. Nilai rongga terisi aspal (VFB) untuk semua variasi kadar bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai rongga terisi aspal (VFB) tertinggi terdapat pada campuran dengan kadar plastik 10%, yaitu sebesar 81,33%. Nilai rongga terisi aspal meningkat seiring dengan persentase kadar plastik.
 - e. Nilai hasil bagi Marshall untuk semua benda uji dengan berbagai variasi bahan tambah plastik memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai hasil bagi Marshall tertinggi terdapat pada campuran dengan kadar plastik 10,0%, yaitu sebesar 313,025 kg/mm dan nilai terendah terdapat pada campuran dengan kadar plastik 4%, yaitu sebesar 302,368 kg/mm.
3. Kadar plastik optimum yang diperoleh dari studi ini adalah 7,30%. Nilai parameter karakteristik Marshall pada KAO dan penambahan plastik pada kadar plastik optimum menghasilkan stabilitas sebesar 1017,664 kg, *flow* sebesar 3,289 mm, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 4,00%, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 80,150%,

dan hasil bagi Marshall (MQ) sebesar 309,778 kg/mm.

4. Penambahan plastik jenis HDPE sebesar 8,7% terhadap berat aspal. Dengan kadar plastik ini, nilai stabilitas naik 8,493% atau 79,664 kg dibandingkan nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan tambah plastik. Sementara itu, *flow* naik sebesar 0,089 mm, rongga dalam campuran (VIM) turun sebesar 0,90%, rongga terisi aspal (VFB) naik sebesar 3,45%. dan hasil bagi Marshall naik sebesar 12,778 kg/mm.

Saran

Setelah melakukan penelitian, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Diharapkan untuk penelitian berikutnya memanfaatkan penggunaan *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi atau bahan pengganti aspal.
2. Pada penelitian berikut bisa digunakan jenis campuran yang berbeda.
3. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan dengan jenis plastik yang berbeda karena terdapat jenis plastik lain selain jenis *High Density Polyethylene* (HDPE) yang dapat diteliti sebagai bahan tambah pada campuran aspal.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrar, Y. D. (2007). "Karakteristik Aspal Dengan Bahan Tambah Plastik dan Kinerjanya Dalam Campuran HRA", *Tesis Program Magister Institut Teknologi Bandung*, Bandung.
- Badan Penelitian dan Pengembangan. (2002). *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas (Buku 1 : Pedoman Umum)*. Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Diansari, Sepriskha. (2016). "Aspal Modifikasi dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Polyethylene (LLDPE) Ditinjau dari Karakteristik Marshall dan Uji Penetrasi pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC)", *Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Udayana*, Denpasar.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI untuk Pekerjaan Aspal*. Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.

- DLH (Dinas Lingkungan Hidup) Kota Palangka Raya. (2019). *Jumlah Kendaraan, Ritasi dan Luas dibuang Melalui TPA*. Tercantum dalam website resmi <https://dlh.palangkaraya.go.id>. Diakses pada 23 September 2019.
- Hendarsin, Shirley. L. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- Kemala, F. M. S. (2012), "Pengaruh Konsistensi Katalis Send Asetat Dihidrat pada Daur Ulang Limbah Polietilen Terefalat (PET)". *Skripsi Kimia Jurusan Kimia-FMIPA Institut Teknologi Sepuluh November*, Surabaya.
- Nasution, M. F. N. (2017). "Pengaruh Penambahan Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) terhadap Karakteristik Campuran AC-WC di Laboratorium". *Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara*, Medan.
- Rianung, S. (2007). "Kajian Laboratorium Pengaruh Bahan Tambah Gondorukem pada Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) terhadap Nilai Propertis Marshall dan Durabilitas". *Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*, Semarang.
- Sengoz, B. and Isikyakar, G. (2008). "Analysis of Styrene-Butadiene-Styrene Polymer Modified Bitumen Using Fluorescent Microscopy and Conventional Test Methods", *Journal of Hazardous Materials*, Vol.150, No.2, Januari 2008, hal. 424-432.
- SNI 06-2489. (1991). *Metode Campuran Aspal dengan Alat Marshall*. Badan Litbang Pekerjaan Umum.
- Sukirman, Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas, Granit*, Jakarta.
- Sukirman, Silvia. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Yildirim, Y. (2005). "Polymer Modified Asphalt Binders". *Journal of Construction and Building Materials*, Vol.21, No.1, Juli 2005, hal. 66-72.