

PENGARUH PENAMBAHAN PLASTIK *LOW LINEAR DENSITY POLYETHYLENE* (LLDPE) SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN TERHADAP CAMPURAN ASPAL BETON (AC-WC)

Marwan Lubis¹⁾, Hamidun Batubara²⁾, Muhammad Iqbal Parningotan³⁾

^{1,2)}Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, ³⁾Alumni

Universitas Islam Sumatera Utara

marwan@ft.uisu.ac.id; barastone1966@gmail.com; m.parningotan95@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menggunakan plastik LLDPE yang berasal dari limbah rumah tangga. Pembuatan benda uji (bricket) dicampur secara panas (*hot mix*) pada suhu 150°C dan mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3. Pada penelitian ini digunakan variasi plastik sebagai bahan tambah 6% dan 6,5%. Dari data Marshall Test yang didapatkan didapat bahwa hasil pengujian tersebut memenuhi standart spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3. Nilai tertinggi dalam keadaan optimum terdapat pada campuran yang menggunakan bahan tambah 6,5%. Di mana diperoleh nilai stabilitas sebesar 920 kg, Bulk Density 2,195 (gr/cc), flow 3,618 mm, VIM sebesar 3,954%, VMA sebesar 16,675%, VFB 76,704%. Sedangkan pada campuran normal diperoleh nilai stabilitas sebesar 877 kg, Bulk Density 2,286 (gr/cc), flow 3,544 (mm), VIM sebesar 3,954%, VMA sebesar 17,369%, VFB 76,301%.

Kata-Kata Kunci : Bahan Tambah, LLDPE, lapisan AC-WC, Aspal

I. Pendahuluan

Limbah merupakan sisa hasil produksi dari proses kegiatan industri maupun rumah tangga. Salah satu limbah yang banyak ditemukan disekitar lingkungan adalah plastik. Plastik merupakan bahan yang relatif nondegradable sehingga pemanfaatan plastik harus diperhatikan mengingat besarnya limbah yang dihasilkan (Aripin, dkk., 2017).

Plastik memiliki beragam jenis, salah satunya yang sering digunakan adalah plastik LLDPE (Low Linear Density Poly Ethylene). LLDPE memiliki nomor kode daur ulang 4, dimana limbah plastik dibutuhkan waktu 500 hingga 1000 tahun agar dapat terurai.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Konstruksi Jalan Raya

Perkerasan jalan raya merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam memenuhi kelancaran pergerakan lalu lintas. Perkerasan jalan digunakan saat sekarang ini umumnya terdiri atas tiga jenis, yaitu perkerasan lentur perkerasan kaku dan perkerasan komposit. Diantara ketiga jenis perkerasan tersebut yang paling dominan adalah jenis perkerasan lentur / fleksibel.

Maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis agar mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai. Lapis perkerasan itu terdiri dari lapis permukaan sebagai lapis paling atas yang terdiri dari lapis aus (*Wearing Course*) dan lapis antara (*Binder Course*). Lapis pondasi atas (*Base Course*) yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) yang terletak diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Semua lapis perkerasan tersebut memiliki spesifikasi

tersendiri untuk menunjang fungsinya masing-masing sebagai lapis perkerasan (Suprpto, 2004).

2.2 Filler

Filler merupakan material pengisi dalam lapisan aspal beton. Disamping itu, kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastisitas campuran dan sensifisitas campuran

Adapun ketentuan *filler* pada campuran aspal beton menurut Bina Marga 2010 revisi 3 adalah:

1. Bahan pengisi yang ditambahkan terdiri atas debu batu kapur (*limestone dust*), kapur padam (*hydrated lime*), semen atau abu terbang yang sumbernya disetujui oleh Direksi Pekerjaan.
2. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI 03-1968-1990 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 *micron*) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya.
3. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan tidak kurang dari 1% dan maksimum 2% dari berat total agregat.

2.3 Polietilen (PE)

Polietilen merupakan suatu polyolefin yang paling banyak digunakan sebagai bahan pembuatan berbagai jenis peralatan rumah tangga ataupun kemasan makanan dan minuman, karena harganya jauh relatif murah, sifat yang lentur, resisten terhadap suhu rendah, koefisien gesek rendah, kekuatan elektrik yang baik dan umumnya resisten terhadap bahan-bahan kimia. Polietilen dibuat melalui polimerisasi gas etilen, yang diperoleh dengan memberi gas hydrogen atau gas petroleum, pada pemecah minyak (nafta), gas alam atau asetilen. (Michael Purba, 2006).

2.4 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat, pada temperature ruang bentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperature tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat dimasukkan kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam atau peleburan. Jika temperature mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis) (Silvia Sukirman, 1999).

Jenis aspal terdiri dari aspal keras, aspal cair, aspal emulsi, dan aspal alam, yaitu:

a. Aspal keras

Aspal keras merupakan aspal hasil destilasi yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya.

b. Aspal cair

Aspal cair merupakan aspal hasil dari pelarutan aspal keras dengan bahan pelarut berbasis minyak.

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi dihasilkan melalui proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.

d. Aspal alam

Aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya aspal alam dikelompokkan ke dalam 2 kelompok, yaitu aspal danau dan aspal batu.

e. Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi adalah aspal minyak yang ditambah dengan beberapa aditif, dengan maksud untuk meningkatkan kinerjanya. Aspal minyak yang ada di pasaran sekarang ada kecenderungan kehilangan beberapa sifat yang sangat dibutuhkan untuk fungsinya sebagai bahan pengikat agregat batuan pada lapis perkerasan.

Awal kesadaran tentang hal itu adalah pelunakan aspal beton akibat panas permukaan jalan yang jauh lebih tinggi dari apa yang dikenal di negara subtropik, yang beranggapan panas permukaan jalan tidak akan lebih dari 600c (*Asphalt Institute*). Berbagai cara dan jenis aditif dicoba untuk ditemukan agar titik lembek aspal yang ada di pasaran dapat dinaikkan dari 480c menjadi paling tinggi 550c, bahkan lebih tinggi untuk mengantisipasi permukaan beton aspal yang menderita panas permukaan tinggi, beban as berat, kendaraan berjalan lambat dan alur ban bergerak seperti berjalan di atas kereta api (kanalisasi).

Pemakaian aditif untuk menaikkan titik lembek ternyata berakibat menurunnya angka penetrasi aspal, sehingga aspal menjadi kering dan keras, serta menyulitkan dalam pengerjaannya. Aditif lain harus ditemukan untuk mengembalikan kelas aspal menjadi 60/70 lagi agar tidak mudah ageing (penuan), batas terendah untuk angka penetrasi sementara ini disepakati tidak kurang dari 40 Kesulitan lain mulai tampak dengan terlihatnya secara nyata aspal modifikasi yang terbentuk dengan titik lembek tinggi dan penetrasi 40 menderita kehilangan kelengketan, sifat aspal yang sangat penting untuk kondisi indonesia dengan curah hujan tinggi.

Salah satu contoh aspal modifikasi adalah aspal modifikasi polimer. Polimer sering digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan sebagai modifier aspal. Penambahan bahan aditif jenis polimer dalam jumlah kecil ke dalam aspal terbukti dapat meningkatkan kinerja aspal dan memperpanjang umur kekuatan /masa layan perkerasan tersebut (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, 2007). Polimer dapat dibagi menjadi 2 kelompok kategori, yaitu elastomer (karet) dan plastomer (plastik). Elastomer adalah bahan aditif yang lentur, mampu meningkatkan titik lembek sampai dengan 600c lebih tanpa kehilangan daya lengket. Penetrasi akan turun, perlu ditambah dengan bahan aditif lain yang mampu menaikkan angka penetrasi (contoh : SBS, SBR dan sebagainya). Plastomer adalah bahan yang sering kita kenal sebagai plastik, kelompok styrene, yang berfungsi meningkatkan titik lembek dan meningkatkan kekentalan.

Tabel 1. Tipe-tipe Polimer

Tipe Polimer	Nama Umumnya	Keperluan Untuk Perkerasan
SBS (Styrene Butadiene Styrene)	Thermoplastic Rubber	Hotmix, Pengisian retak
EVA (Ethylene Vinyl Acetate)	Thermoplastic	Daya tahan terhadap alur, seal, retak
PolyEthylene; Polypropylene	Thermoplastic	Daya tahan terhadap alur
SBR (Styrene Butadiene Rubber)	Karet Sintetis	Retak, alur
Karet Alam	Karet	Retak, alur

Sumber : Pusat Penelitian Bangunan Jalan dan Jembatan, 2002.

2.5. Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)

Jenis beton aspal yang ada di Indonesia saat ini adalah Laston atau dikenal dengan nama AC (*Asphalt Concrete*), yaitu beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas

yang cukup berat. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas (Waani, 2013).

Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah adalah AC-WC (*Asphalt Concrete - Wearing Course*) / Lapis Aus Aspal Beton. AC-WC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak.

Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Tabel 2. Nominal Minimum Campuran beraspal

Jenis Campuran	Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Lapis Aus	AC-WC	4,0
Laston Lapis Antara	AC-BC	6,0
Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi III Divisi 6.

Berdasarkan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi I, setiap jenis lapisan memiliki ketebalan tersendiri yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nominal Minimum Campuran beraspal

Jenis Campuran	Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Lapis Aus	AC-WC	4,0
Laston Lapis Antara	AC-BC	6,0
Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi III Divisi 6

Selain itu, Bina Marga 2010 juga memberikan persyaratan laston dalam lapis perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus (WC)	Lapis Antara (BC)	Pondasi (Base)
Penyerapan Aspal (%)	Maks.		1,2	
Jumlah Tumbukan per bidang			75	112 ⁽¹⁾
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.		3,5	
	Maks.		5,0	
Rongga Dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	63	60
Stabilitas Marshall (Kg)	Min.		800	1800 ⁽¹⁾
	Maks.		-	-
Kelelahan (mm)	Min.		3	4,5 ⁽¹⁾
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.		250	300
Stabilitas Marshall Sisa (%) Setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min.		90	
Rongga Dalam campuran (%) Kepadatan membal (refusal)	Min.		2,5	

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi III Divisi 6

Berdasarkan tingkat kekerasannya umumnya di Indonesia menggunakan aspal penetrasi 60-70 yang juga akan digunakan dalam penelitian ini dengan ketentuan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Ketentuan Aspal Penetrasi 60-70

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70
1	Penetrasi pada 25 ⁰ C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥48
3	Duktilitas pada 25 °C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥100
4	Titik Nyala	SNI-06-2433-1991	≥232
5	Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	≥1,0
6	Stabilitas Penyimpanan (□C)	ASTM D 5976 part 6.1	-

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010 Revisi III Divisi 6

2.6 Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan (Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, 1998).

ASTM 1995 mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar atau berupa fragmen-fragmen. Agregat, berdasarkan proses pembentukannya terdiri dari 2 jenis yaitu agregat alam dan agregat buatan. Agregat alam, berdasarkan proses pembentukannya, terbagi lagi atas batuan endapan, batuan beku dan batuan metamorph. Berdasarkan proses pengolahannya agregat dibedakan atas agregat alam yang mengalami proses pengolahan terlebih dahulu dan agregat buatan (Waani, 2013).

Selain itu agregat juga dibagi berdasarkan ukuran butirannya menurut Bina Marga Tahun 2010 yaitu:

1. Agregat kasar, yakni yang tertahan saringan no.8
2. Agregat halus, yakni yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200.
3. Bahan pengisi atau *filler*, termasuk agregat halus yang sebagian besar lolos saringan no.200.

2.7 Rancangan Campuran Aspal

Rancangan campuran dilaksanakan setelah pemeriksaan apakah agregat dan aspal yang akan dipergunakan memenuhi spesifikasi material campuran. Di Indonesia terdapat dua metode rancangan campuran, yaitu metode Marshall yang dikembangkan oleh *The Asphalt Institute* dan metode CQCMU yang dikembangkan di Indonesia mengacu pada *British Standard* (Sukirman, 2007).

1. Metode Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76 atau AASHTO T-245-90. Langkah-langkah kerja campuran metode Marshall (Sukirman, 2007) adalah:

- a. Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran yang diinginkan dari spesifikasi campuran pekerjaan.
- b. Merancang proporsi dari masing-masing agregat yang tersedia untuk mendapatkan agregat campuran dengan gradasi sesuai butir
- c. Membuat benda uji atau briket beton aspal.
- d. Melakukan uji Marshall untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) benda uji.
- f. Menghitung parameter Marshall yaitu VIM, VMA, VFA, berat volume campuran, dan

parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

- g. Menggambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall, setelah itu didapat nilai kadar aspal optimum.
- h. Membuat *Job Mix Formula*.

2. Metode CQCMU

Perencanaan campuran awal di laboratorium berdasarkan metode CQCMU dikembangkan dari BS 594 oleh CP Corne pada awal tahun 1980 di Indonesia. Metode ini kemudian dikembangkan oleh *Central Quality Control and Monitoring Unit* (CQCMU), Bina Marga sehingga lebih dikenal sebagai metode CQCMU. Langkah-langkah kerja campuran metode CQCMU adalah sebagai berikut (Sukirman, 2007) :

- a. Pemilihan agregat dan penentuan sifat yang harus sesuai spesifikasi material.
- b. Penentuan kadar aspal total.
- c. Penentuan campuran nominal berdasarkan sifat dan kadar aspal efektif yang ditentukan dalam spesifikasi.
- d. Pembuatan benda uji
- e. Pengujian Marshall
- f. Perhitungan parameter Marshall
- g. Penggambaran hubungan proporsi agregat kasar dan parameter Marshall
- h. Diperoleh proporsi agregat kasar dan ratio pasir/abu batu terbaik lalu pembuatan benda uji lagi untuk untuk ratio pasir/abu batu terbaik dengan kadar aspal a%, $a \pm 1\%$ dan $a \pm 2\%$. Lalu dilanjutkan pengujian Marshall.
- i. Perhitungan parameter Marshall lalu digambar hubungan antara kadar aspal optimum dan parameter Marshall sehingga diperoleh kadar aspal optimum.
- j. Pembuatan *Job Mix Formula*. Perbedaan mendasar antara metode Marshall dan metode CQCMU dapat.

2.8 Pengujian Marshall

Pengujian kinerja beton aspal padat dilakukan melalui pengujian Marshall, dikembangkan pertama kali oleh Bruce Marshall dan dilanjutkan oleh U.S *Corps Engineer* (Sukirman, 2007).

Pengujian Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (=5000 lbf) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastik atau *flow*. Alat uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm). Menurut Sukirman tahun 2007, secara umum pengujian Marshall meliputi enam butir pengujian :

1. Pengujian nilai stabilitas, yaitu kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis.
2. Pengujian kelelahan (*flow*), yaitu besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan.
3. Perhitungan *Marshall Quotient*, yaitu: perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*.
4. Perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal padat
 - a. Volume pori dalam beton aspal padat (VIM).
 - b. Volume pori dalam agregat campuran (VMA).

2.9 Kadar Aspal Rencana

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

- Pb : Perkiraan kadar aspal optimum
- CA : Nilai prosentase agregat kasar
- FA : Nilai prosentase agregat halus
- FF : Nilai prosentase *Filler*
- K : konstanta (kira-kira 0,5 - 1,0)

Hasil perhitungan Pb dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat.

2.10 Durabilitas Standar

Prosedur pengujian durabilitas mengikuti rujukan SNI M-58-1990. Uji perendaman dilakukan pada temperatur 60±1°C selama 24 jam. Masing-masing golongan terdiri dari 2 sampel yang direndam pada bak perendaman untuk semua variasi kadar aspal.

Spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah untuk mengevaluasi keawetan campuran adalah pengujian Marshall perendaman di dalam air pada suhu 60°C selama 24 jam. Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar, dinyatakan sebagai persen, dan disebut Indeks Stabilitas Sisa (IRS), dan dihitung sebagai berikut :

$$IRS = \left[\frac{MSi}{MSs} \right] \times 100$$

keterangan:

- IRS : Indeks Kekuatan Sisa (*Index Retained Strength*) (%)
- MSi : Stabilitas *Marshall* setelah perendaman 24 jam suhu ruang 60±1°C, (kg)
- MSs : Stabilitas *Marshall* standar pada perendaman selama 30±1menit suhu 60°C,(kg)

Spesifikasi baru beton aspal campuran panas mensyaratkan IRS harus lebih besar dari 75% .

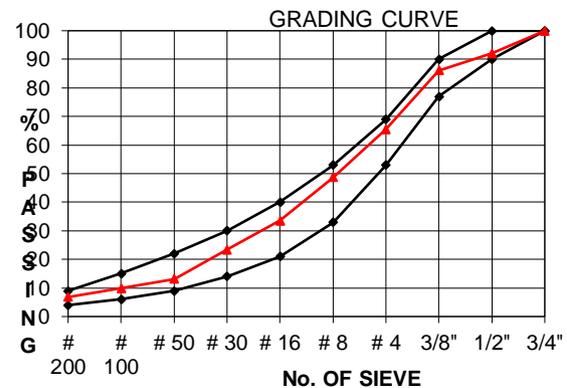
III. Hasil Dan Pembahasan

Pada pembuatan aspal beton maka komponen utama pembentuknya adalah aspal dan agregat. Untuk menentukan suatu gradasi agregat pada lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) maka agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dengan ukuran maksimal ¾”, agregat halus adalah campuran batu pecah dengan pasir, sedangkan untuk bahan pengisi adalah kapur dolomit sebagai pengganti. Untuk memperoleh aspal beton yang baik maka gradasi dari agregat harus memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 yang telah ditetapkan dengan acuan (SNI 03-1968-1990).

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan khusus untuk Laston harus berada di antara batas atas dan batas bawah. Dari hasil analisis saringan maka gradasi agregat diperoleh seperti Tabel 6, dan Gambar 1 yang menunjukkan grafik.

Tabel 6. Hasil pemeriksaan kombinasi gradasi agregat normal.

No. Saringan	Batas Spesifikasi		Kombinasi Agregat				AVG
			CA ¾	MA ½	Cr	Sand	
			13%	35%	40%	12%	
¾"	100	100	13.00	35.00	40.00	12.00	100.00
1/2"	90	100	5.09	35.00	40.00	12.00	92.09
3/8	77	90	2.95	31.11	40.00	12.00	86.06
No. 4	53	69	0.50	13.05	40.00	12.00	65.55
No. 8	33	53	0.00	9.65	27.20	11.90	48.75
No. 16	21	40	0.00	6.78	16.92	9.77	33.48
No. 30	14	30	0.00	5.24	12.32	5.84	23.40
No. 50	9	22	0.00	3.14	9.08	0.89	13.11
No. 100	6	15	0.00	3.07	5.96	0.85	9.89
No. 200	4	9	0.00	2.51	3.68	0.62	6.81



Gambar 1. Grafik hasil kombinasi gradasi agregat normal.

Dari hasil pengujian analisis saringan didapat hasil kombinasi gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

- A. persen agregat yang di peroleh pada normal
- Agregat kasar CA ¾ inch = 13 %
 - Agregat medium MA ½ inch = 35 %
 - Agregat halus abu batu (Cr) = 40 %
 - Agregat halus pasir (Sand) = 12%
- kadar aspal 5% : 1200 X 5% = 60 gr
- Agregat kasar CA ¾ inch : (1200-60) X 13% = 148,20 gr
- Agregat medium MA ½ inch: (1200-60) X 35% = 399 gr
- Agregat halus abu batu (Cr) : (1200-60) X 40% = 456 gr
- Agregat halus pasir (Sand) : (1200-60) X 12% = 136,80 gr
- Total = 1200 gr

3.1 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pemeriksaan agregat ini dilakukan untuk agregat kasar dan agregat halus yang mengacu pada (SNI 03-1968-1990).

I. Berat Jenis Curah

$$= \frac{2918}{2937-1876} = 2,75 \text{ gr}$$

II. Berat Jenis kering permukaan jenuh

$$= \frac{2918}{2918-1876} = 2,80 \text{ gr}$$

III. Berat Jenis semu

$$= \frac{2937}{2937-1876} = 2,77 \text{ gr}$$

IV. Penyerapan

$$= \frac{2937-2918}{2918} \times 100\% = 0,65 \%$$

Untuk hasil pengujian lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran dan rekapitulasi data hasil pengujian agregat CA ¾ inch dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi pemeriksaan berat jenis agregat kasar CA ¾ inch.

Perhitungan	I	II	Rata-Rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,75	2,64	2,69
Berat jenis curah kering permukaan (Ss)	2,80	2,63	2,72
Berat jenis semu (Ss)	2,77	2,62	2,69
Penyerapan (Sw)	0,65	0,34	0,50

3.2 Hasil Pengujian Aspal

Dalam penelitian ini, aspal yang digunakan untuk bahan ikat pada pembuatan benda uji aspal keras Pertamina Pen 60/70 adalah data sekunder.

Data sekunder yaitu data hasil pemeriksaan karakteristik aspal keras yang telah dilakukan perusahaan PT. Adhi Karya dan diuji di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan diperoleh hasilnya seperti pada Tabel 8.

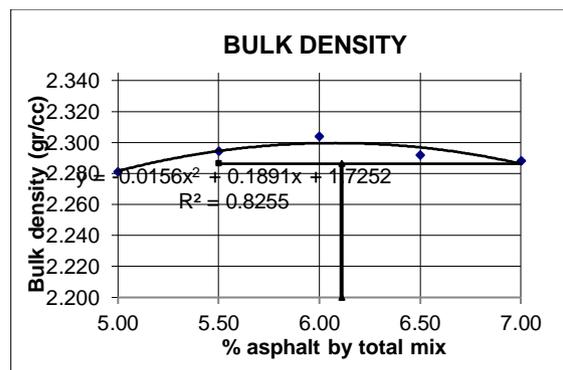
Tabel 8. Hasil pengujian aspal

No.	Jenis Pengujian	Hasil Uji	Metode Pengujian	Satuan
1	Penetrasi pada 25°C	64,80	SNI 06-2456-2011	0,1 mm
2	Titik Lembek	52.5	SNI 06-2434-2011	°C
3	Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit	135	SNI 06-2432-2011	Cm
4	Titik Nyala	295	SNI 06-2433-2011	°C
5	Berat jenis	1,029	SNI 06-2441-2011	gr/ml

Dari hasil nilai Berat Isi (*Bulk Density*), *stabilitas (Stability)*, *Persentase Rongga Terhadap Campuran (Air Voids)*, *Persentase Rongga Terisi Aspal (Voids Filled)*, *Persentase Rongga Terhadap Agregat (VMA)*, *kelelehan (Flow)* untuk campuran aspal normal serta penambahan plastik pada *aspal 6%* dan *6,5%*.

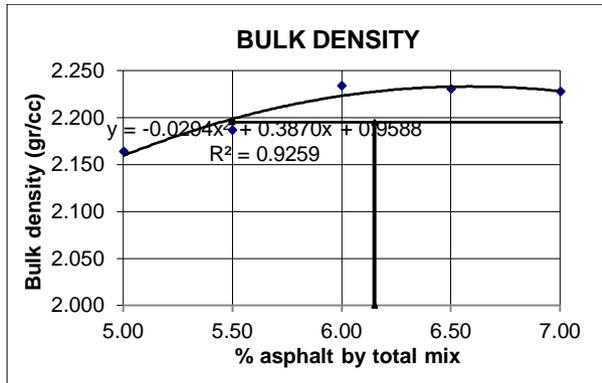
a. *Bulk Density*

Hasil nilai *Bulk Density* pada aspal normal serta penambahan plastic pada *aspal 6%* dan *6.5%*



Gambar 2. Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan Bulk Density (gr/cc) Plastik 6%.

Menunjukkan nilai *Bulk Density Plastik 6%*. dari kadar aspal 5,00 mendapatkan nilai (2,194), pada 5,50 (2,239), pada 6,00 (2,245), pada 6,50 (2,234) pada 7,00 (2,229).

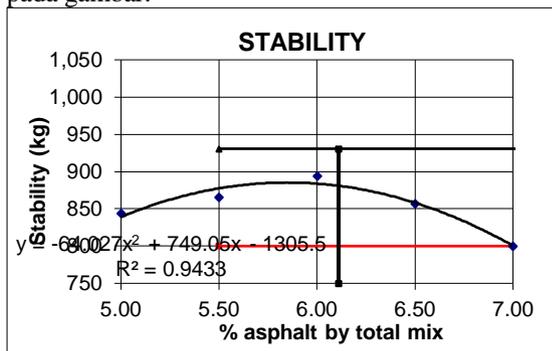


Gambar 3. Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *Bulk Density (gr/cc) Plastik 6,5%*.

Menunjukkan nilai bulk density dari kadar aspal 5,00 mendapatkan nilai (2,164) pada 5,50 (2,186), pada 6,00 (2,234), pada 6,50 (2,231) pada 7,00 (2,227).

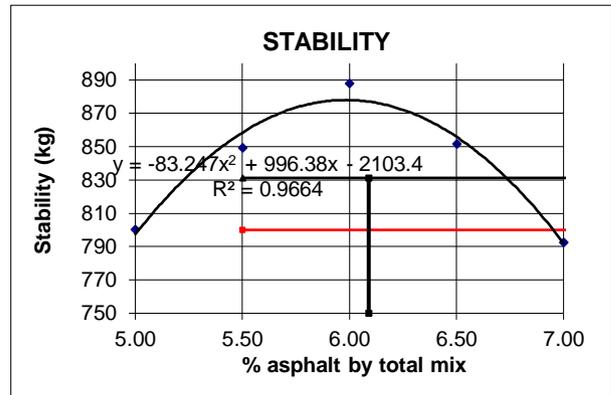
b. *Stability*

Hasil nilai *Stability* pada aspal normal serta penambahan pada *aspal 6%* dan *6,5%* dapat dilihat pada gambar.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *Stability campuran normal*.

Menunjukkan nilai *Stability* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga revisi 3 dengan batas minimum 800 kg kadar aspal 5,00 mendapatkan nilai (844), pada 5,50 (865), pada 6,00 (894), pada 6,50 (857) pada 7,00 (800).



Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *Stability (kg) campuran Plastik 6%*.

Menunjukkan nilai *Stability* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga revisi 3 dengan batas minimum 800 kg dari kadar aspal 5,00 mendapatkan nilai (800), pada 5,50 (849), pada 6,00 (888), pada 6,50 (852) pada 7,00 (793).

a. *Bulk Density*

Dari hasil percobaan *Bulk Density* menunjukkan perbedaan nilai *Bulk Density* antara campuran aspal normal serta penambahan plastik pada *aspal 6%* dan *6,5%*. Hasil *Bulk Density normal* lebih tinggi di banding pada penambahan *plastik 6%* dan *6,5%*, pada penambahan plastik nilai bulk density 6% berada di atas 6,5%.

b. *Stability*

Hasil nilai *Stability* pada *Marshall* campuran aspal normal serta penambahan plastik pada *aspal 6%* dan *6,5%* menunjukkan perbandingan. Nilai *Stability* untuk campuran aspal normal pada kadar aspal 5% dan 5,5% berada di atas penambahan *plastik 6%* dan *6,5%*, namun pada kadar aspal 6,0% nilai *Stability* campuran aspal normal dan penambahan *plastik 6%* berada di bawah penambahan *plastik 6,5%*.

c. *Flow*

Hasil uji *Marshall Flow* menunjukkan bahwa nilai *Flow* pada campuran normal serta penambahan plastik pada *aspal 6%* dan *6,5%* menunjukkan perbandingan karakteristik *Marshall Flow*. Perbandingan di antara tiga jenis campuran tersebut menunjukkan bahwa nilai *Flow* campuran aspal normal 5%, 5,5% dan 7% berada diatas namun pada kadar aspal 6% lebih rendah dari penggunaan *Plastik 6%* dan *6,5%* pada kadar 6,5%, pada campuran penggunaan *plastik 6,5%* menunjukan nilai yang hampir sama namun pada kadar aspal 6,5% nilai flow penggunaan *plastik 6%* berada di bawah campuran aspal normal dan *plastik 6%*

d. *Air Voids/Voids in Mix Marshall (VIM)*

Hasil nilai VIM menunjukkan bahwa nilai VIM campuran aspal normal pada kadar aspal 5% dan 6% menunjukan nilai yang lebih rendah dibanding campuran *plastik 6%* dan *6,5%* namun pada kadar aspal 5,5% lebih tinggi dibandingkan nilai VIM pada

campuran *plastik* 6%. Sedangkan campuran *plastik* 6,5% pada kadar aspal 5%-6% berada di atas campuran normal dan campuran *plastik* 6% pada kadar aspal 6%-7% menunjukkan nilai VIM yang hampir sama.

e. *Void Filled/Void Filled Bitumen (VFB)*

Dari hasil pengujian karakteristik sifat *Marshall* nilai VFB untuk campuran aspal normal pada kadar aspal 5%, 6% dan 6,5% berada di atas campuran penggunaan *plastik* 6% dan 6,5%, namun pada kadar aspal 5,5% pada campuran *plastik* 6% menunjukkan nilai lebih tinggi dari pada campuran normal dan penggunaan campuran 6,5% dan pada kadar aspal 7% pada campuran normal.

f. *Void in Mineral Agregat (VMA)*

Dari hasil pengujian karakteristik sifat *Marshall* nilai VMA pada campuran Normal dan penambahan *plastik* 6% kadar aspal 5%-5,5% berada di bawah campuran 6,5%, namun pada kadar aspal 6%-7% nilai VMA campuran aspal normal berada di atas campuran *plastik* 6% dan 6,5%.

IV. Kesimpulan

Dari hasil pengamatan terhadap pengujian campuran jenis *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* yang menggunakan *plastik* sebagai tambahan aspal diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian karakteristik sifat *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* yang menggunakan *plastik* sebagai tambahan aspal dengan persen variasi 6% didapat nilai *Stability* 831kg, *Bulk Density* 2,231gr/cc, *Flow* 3,533mm, *Air Voids* 4,115%, *Voids Filled* 76,054%, *VMA* 16,934% dan untuk variasi 6,5% didapat nilai *Stability* 920kg, *Bulk Density* 2,195gr/cc, *Flow* 3,618mm, *Air Voids* 3,954%, *Voids Filled* 76,704%, *VMA* 16,675%, sedangkan untuk campuran normal didapat nilai *Stability* 877kg, *Bulk Density* 2,286gr/cc, *Flow* 3,544mm, *Air Voids* 4,167%, *Voids Filled* 76,301%, *VMA* 17,369%.
2. Hasil pemeriksaan karakteristik sifat *Marshall* didapat bahwa sifat *Marshall* dalam keadaan optimum pada campuran aspal normal lebih tinggi dibebberapa karakteristik, seperti *bulk density*, *stability*, *VMA* dan *air voids* namun lebih rendah dibandingkan campuran aspal penggunaan *plastik* pada karakteristik campuran seperti, *voids filled* dan *flow*. Hal itu di sebabkan karena semakin banyak kadar *plastik* dalam campuran penambahan aspal tersebut maka akan semakin banyak persen rongga yang akan terisi aspal (*void filled*) dan juga semakin bertambahnya kelelahan campuran.

Daftar Pustaka

- [1]. Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum 2010*, Seksi 6.3. Campuran Beraspal Panas.
- [2]. Bina Marga (2010) *Spesifikasi Umum 2010*, Seksi 6.3. Campuran Beraspal Panas.
- [3]. Departemen Pekerjaan Umum, 1987, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*.
- [4]. <http://greenstore91.blogspot.com/2016/12/pe rtanian-manfaat-dan-fungsi-kapur dolomit - dan26.html>
- [5]. Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Politeknik Bandung.
- [6]. Sukirman, S., 2003. *BAB II Perkerasan Jalan Raya*, Penerbit NOVA, Bandung.
- [7]. SNI 03-1969, 1990, *Spesifikasi Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar*
- [8]. SNI 03-6723, 2002, *Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Aspal*
- [9]. SNI 03-1969, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*
- [10]. SNI 03-1970, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*
- [11]. SNI 06-2489, 1991, *Metode Pengujian Campuran Campuran Dengan Alat Marshall*
- [12]. Purwadi, Didik, 2008, *Buku Ajar Rekayasa Jalan Raya 2 (Perkerasan Jalan)*. Universitas Diponegoro.
- [13]. R. Antarikso Utomo, 2008, *Pengaruh Gradasi gabungan di Laboratorium dan Gradasi Hot Bin Aspal Mixing Plant campuran Laston (AC – WEARING COURSE) terhadap karakteristik Uji Marshall*, Semarang: Universitas Diponegoro
- [14]. wiz.FiaD_Z1 Umuk Tenrisukki, Andri Tenri Ajeng. Seri Diktat Kuliah *Rekayasa Jalan Gunadarma*.