

## **PENGARUH SUBSTITUSI PLASTIK LDPE ( *LOW DENSITY ETHILENE* ) SEBAGAI BAHAN CAMPURAN ASPHALT POROUS**

**M.Tegar Pribadi Kusumah<sup>1</sup>**

Universitas Bung Hatta

[tegar.p.kusumah@gmail.com](mailto:tegar.p.kusumah@gmail.com)

**Indra Farni<sup>2</sup>**

Universitas Bung Hatta

[indrafarni@bunghatta.ac.id](mailto:indrafarni@bunghatta.ac.id)

### **ABSTRAK**

Penggunaan bahan tambahan menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kekuatan lapis perkerasan, salah satunya yang dapat digunakan adalah plastik LDPE. plastik Low Density Polyethilene (LDPE) digunakan sebagai bahan campuran pada campuran aspal porous. Plastik LDPE menjadi langkah tepat sebagai pengganti sebagian aspal untuk lapisan AC-BC atau aspal porous, dikarenakan mempunyai kandungan yang bisa dijadikan bahan pengikat agregat dan campuran beraspal. Penelitian ini menggunakan metode pengujian marshall untuk mendapatkan nilai karakteristik berupa density, VMA, VIM, VFA, stabilitas, kelelahan dan marshall quotient, dan juga harus memenuhi semua spesifikasi yang diizinkan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh subsutusi plastik LDPE terhadap campuran beraspal dan pada variasi berapa persen yang memenuhi karakteristik marshall sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. Penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6.5%, 7%, dan didapatkan nilai KAO 6%. Tahapan selanjutnya membuat benda uji menggunakan plastik LDPE dengan mensubstitusi aspal dengan variasi 3%, 4%, 5%, 6%, 7%. Nilai Variasi yang memenuhi karakteristik Marshall sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 yaitu nilai Density, VIM, VFA, VMA, Stability, Flow dan MQ terdapat pada variasi pengujian 7%, Namun untuk nilai variasi 3%, 4%, 5%, 6% nilai VIM dan VFA belum memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2.

**Kata Kunci:** LDPE Plastik, Aspal Porous, Uji Marshall, Spesifikasi Bina Marga 2018

### **ABSTRACT**

*The use of additional materials is an alternative to increase the strength of the pavement layer, one of which can be used is LDPE plastic. Low Density Polyethylene (LDPE) plastic is used as a mixture in porous asphalt mixtures. LDPE plastic is the right step as a partial replacement of asphalt for AC-BC layers or porous asphalt, because it has a content that can be used as a binder for aggregates and asphalt mixtures. This study uses the marshall test method to obtain characteristic values in the form of density, VMA, VIM, VFA, stability, meltability and marshall quotient, and must also meet all specifications permitted by the General Bina Marga Specifications 2018 revision 2. This study aims to see the effect of LDPE plastic substitution on asphalt mixtures and at what percentage variations meet the marshall characteristics according to the General Bina Marga Specifications 2018 revision 2. This study uses variations in asphalt content of 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, and obtained a KAO value of 6%. The next stage is to make test specimens using LDPE plastic by substituting*

*asphalt with variations of 3%, 4%, 5%, 6%, 7%. The variation values that meet the Marshall characteristics according to the General Bina Marga Specifications Revision 2, namely the Density, VIM, VFA, VMA, Stability, Flow and MQ values are found in the 7% test variation, However, for the variation values of 3%, 4%, 5%, 6%, the VIM and VFA values do not meet the General Bina Marga Specifications Revision 2.*

**Keywords:** LDPE Plastic, Porous asphalt, Marshall Test, Bina Marga Specifications 2018

## PENDAHULUAN

Pemakaian plastik di dunia terus meningkat, termasuk di Indonesia. Hal ini menyebabkan peningkatan volume plastik dari tahun ke tahun. Penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan timbul sampah yang menyebabkan permasalahan baru karena plastik sulit terurai. Perlu ratusan tahun untuk plastik terurai secara alamiah

Dari jenis plastik dengan tingkat daur ulang paling tinggi yaitu plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) sekitar 23% dan plastik PET dimanfaatkan biasanya bidang konstruksi, khususnya konstruksi jalan raya dengan menjadikannya plastik PET sebagai campuran pada aspal. (Asrar, 2007) dalam tesisnya menyimpulkan bahwa plastik dalam aspal akan memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat-sifat aspal.

Aspal porous merupakan campuran aspal yang memiliki ruang pori yang tinggi jika dibandingkan dengan jenis aspal konvensional. Porositas yang tinggi dikarenakan campuran aspal didominasi oleh agregat kasar 70%-85% dan agregat halus 15%-30% dalam campurannya. Namun porositas aspal porous yang tinggi berpengaruh langsung pada umur pelayanan aspal porous, dimana umur pelayanan aspal porous lebih pendek dari perkerasan konvensional. Hal ini disebabkan karena struktur yang lebih berpori atau porositas yang tinggi sehingga stabilitasnya rendah Takahshie et al (1999). Selain stabilitasnya rendah, kelemahan penggunaan aspal porous juga sebagai perkerasan jalan adalah adanya penyumbatan berupa pasir ataupun tanah yang dapat mengisi rongga pori.

Pada umumnya campuran aspal porous sangat bergantung dari mutu aspal itu sendiri sebagai bahan pengikat agregat, sehingga diperlukan aspal modifikasi. Menurut anonim (2004) Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan campuran aspal keras dengan suatu bahan tambahan, penambahan ini bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat aspal itu sendiri antara lain, penetrasi kekentalan (*visikositas*), dan titik lembek.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan percobaan laboratorium dengan metode pencampuran aspal porous yang mengacu pada spesifikasi Bina Marga. Metode, spesifikasi, dan ketentuan yang digunakan mengikuti standar resmi untuk menjamin hasil yang di dapatkan dan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

### 1.Pengujian agregat (Kasar dan Halus)

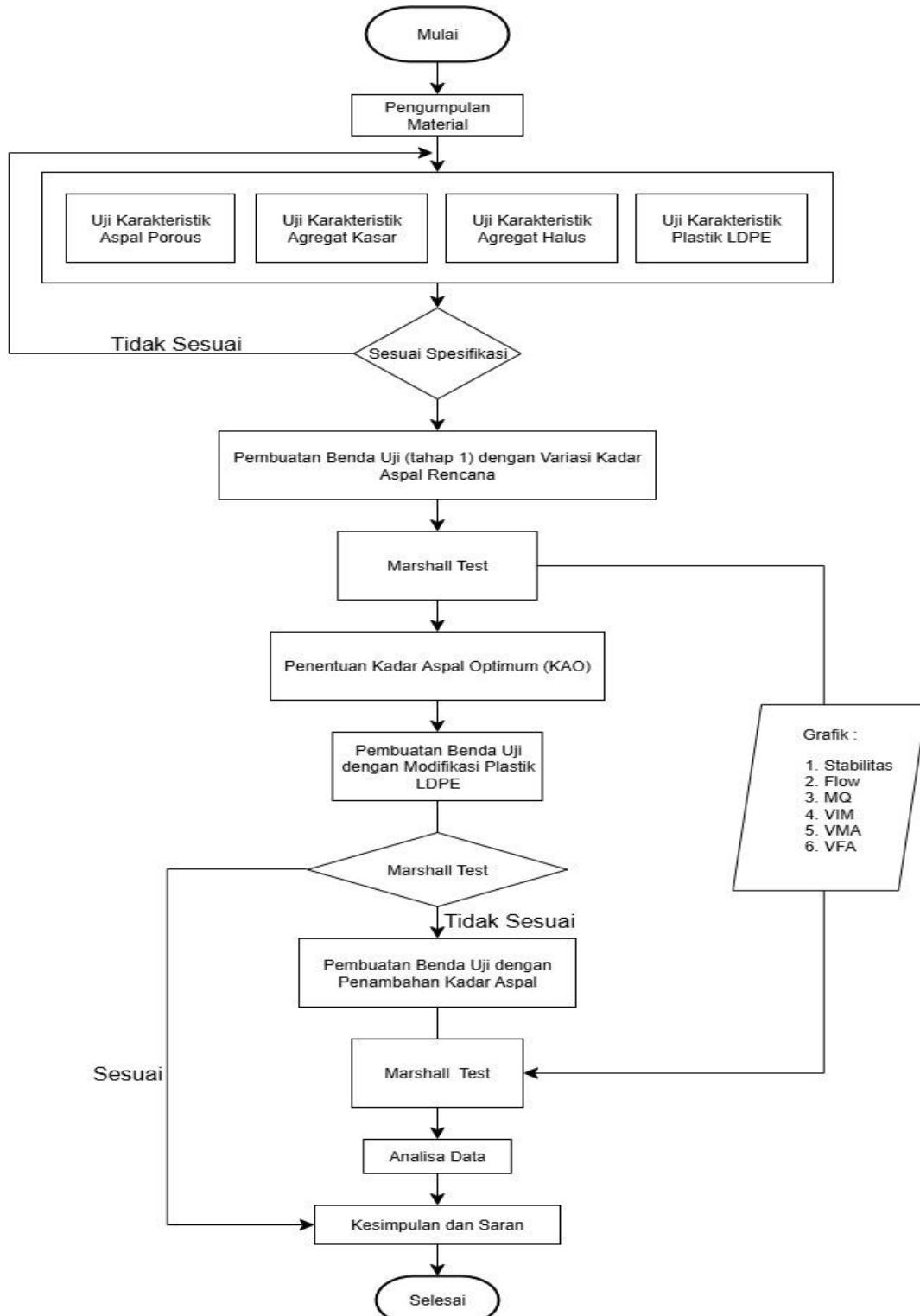
Pengujian agregat terdiri dari pengujian abrasi, berat jenis, dan kelekanan terhadap aspal dan penyerapan air.

### 2.Pengujian aspal terhadap campuran

Untuk pengujian aspal termasuk juga pengujian penetrasi, titik lembek, kehilangan berat, daktilitas dan berat jenis. Dalam penelitian kali ini metode yang digunakan adalah metode Marshall, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil berupa komponen-

komponen Marshall, yaitu stabilitas, flow, Void Mix Aggregate (VMA), Void In Mix (VIM), Void Filled With Bitumen (VFB) dan Marshall Quotient.

### Diagram Penelitian



**Gambar 1.** Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar (6%), selanjutnya dibuat benda uji dengan substitusi plastik LDPE 3%, 4%, 5%, 6%, 7% dari berat total aspal campuran, kemudian dilakukan pengujian *Marshall*. Berikut ini merupakan Tabel 4.4 hasil pengujian *Marshall* dengan variasi plastik LDPE

**Tabel 1. Hasil pengujian marshall**

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil Pengujian Marshall				
			Variasasi Kadar Plastik LDPE				
			3%	4%	5%	6%	7%
1.	Density	2.200 – 2.400	2,338	2,294	2,321	2,314	2,301
2.	VMA %	Min. 14	16,1	18,2	17,6	18,3	19,2
3.	VIM %	3-5%	6,3	7,4	5,6	5,1	5
4.	VFA %	Min. 65	61,2	59,5	68,4	71,9	74
5.	Stability (kg)	Min. 800	1098	1140	1025	972	868
6.	Flow (mm)	2-4%	4,23	3,84	3,51	3,28	2,9
7.	MQ (kg/mm)	Min. 250	260	297	292	297	300

Pada Tabel diatas dapat dilihat bahwa plastik LDPE sebagai substitusi aspal yang memenuhi syarat karakteristik *Marshall* berupa *Density*, *VMA*, *VIM*, *VFA*, *Stability*, *Flow*, dan *Marshall Quotient* berada pada variasi plastik LDPE 7%.

### 1. Analisis terhadap density

*Density* merupakan besarnya kepadatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran yang memiliki kepadatan yang tinggi akan lebih mampu menahan beban yang lebih berat dibandingkan dengan campuran yang mempunyai kepadatan yang rendah. Berikut merupakan hasil dari pengujian *density* pada campuran aspal untuk lapisan AC-BC dengan penggunaan plastik LDPE.

**Tabel 2. Pengaruh plastik LDPE terhadap Density**

No.	Variasasi Plastik LDPE	Density (gr/cm <sup>3</sup> )
1.	3%	2,33 gr/cm <sup>3</sup>
2.	4%	2,29 gr/cm <sup>3</sup>
3.	5%	2,32 gr/cm <sup>3</sup>
4.	6%	2,31 gr/cm <sup>3</sup>
5.	7%	2,30 gr/cm <sup>3</sup>

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa nilai *density* mengalami penurunan, nilai *density* yang didapatkan pada campuran 3% subsitusi plastik LDPE adalah 2,33 gr/cm<sup>3</sup>, hasil campuran 3% dengan hasil 2,33 gr/cm<sup>3</sup> merupakan hasil tertinggi dan hasil terendah yaitu pada campuran

plastik LDPE 4% yaitu dengan hasil 2,29 gr/cm<sup>3</sup>, hasil dari campuran substitusi plastik LDPE didapatkan dari hasil rata rata sampel pengujian.

## 2. Analisis terhadap VMA

*Void in Mineral Aggregate* (VMA) adalah rongga udara yang ada diantara mineral agregat di dalam campuran beraspal panas yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal. VMA dinyatakan dalam persentase dari campuran beraspal panas. VMA digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran beraspal panas.

**Tabel 3. Pengaruh LDPE terhadap VMA**

No.	Variasi Plastik LDPE	VMA (%)	Spesifikasi
1.	3%	17 %	Min. 14
2.	4%	17,2 %	Min. 14
3.	5%	17,6 %	Min. 14
4.	6%	17,9 %	Min. 14
5.	7%	18,3 %	Min. 14

Dapat dilihat pada table diatas nilai VMA maksimum terletak pada campuran dengan variasi plastik LDPE 7 % dengan nilai 18,3 %, sedangkan nilai minimum VMA terletak pada campuran dengan variasi plastik LDPE 3% dengan nilai 17 %. Nilai yang didapat dari hasil rata rata pengujian sampel, dari nilai VMA yang didapat memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu minimum 14%.

## 3. Analisis terhadap VIM

*Void in The Mix* (VIM) menyatakan banyaknya persentase rongga dalam campuran total. Nilai rongga dalam campuran dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran beraspal panas dengan bertambahnya kadar aspal maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butir agregat semakin bertambah, sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang. Nilai VIM terlalu tinggi mengakibatkan berkurangnya keawetan dari lapisan aspal karena rongga yang terlalu besar akan memudahkan diresapi air dan teroksidasi, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan perkerasan.

**Tabel 4. Pengaruh LDPE terhadap VIM**

No.	Variasi Plastik LDPE	VIM (%)	Spesifikasi
1.	3%	6,3 %	Min 3-5%
2.	4%	7,4 %	Min 3-5%
3.	5%	5,6 %	Min 3-5%
4.	6%	5,1 %	Min 3-5%
5.	7%	5,0 %	Min 3-5%

Berdasarkan pada table diatas nilai VIM cenderung mengalami penurunan seiring adanya variasi plastik LDPE. Nilai VIM tertinggi dapat dilihat pada variasi plastik LDPE 4%, dan nilai VIM terendah terlihat pada 7% variasi plastik LDPE. Pada variasi 3% sampai 6% melewati batas maksimum VIM yaitu 3% (6,3 %), 4% (7,4 %), 5% (5,6 %) dan 6% (5,1 %).

## 4. Analisa terhadap nilai VFA

*Void Filled with Asphalt* (VFA) menunjukkan persentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal. Besarnya nilai VFA menentukan keawetan suatu campuran beraspal, semakin besar nilai VFA akan menunjukkan semakin kecil nilai VIM yang berarti rongga yang terisi aspal semakin banyak. Begitu sebaliknya apabila VFA terlalu kecil maka rongga yang terisi aspal akan semakin sedikit sehingga agregat yang terselimuti aspal dan akan semakin tipis yang menyebabkan campuran beraspal panas tidak awet.

**Tabel 5. Pengaruh LDPE terhadap VFA**

No.	Variasi Plastik LDPE	VFA (%)	Spesifikasi
1.	3%	61,2 %	Min. 65
2.	4%	59,5 %	Min. 65
3.	5%	68,4 %	Min. 65
4.	6%	71,9 %	Min. 65
5.	7%	74,0 %	Min. 65

Berdasarkan pada tabel diatas dapat dilihat bahwa seiring adanya plastik LDPE terhadap campuran nilai VFA cenderung mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena rongga yang terisi aspal berkurang karena adanya variasi plastik LDPE dengan mengurangi kadar aspal. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai VFA yang tidak memenuhi spesifikasi terdapat pada variasi 3% sampai 4%.

### 5. Analisa terhadap nilai stabilitas

Stabilitas adalah besarnya beban maksimum yang dapat dicapai oleh bahan penyusun campuran beraspal yang dinyatakan dalam satuan beban. Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. Campuran yang memiliki nilai kepadatan yang tinggi akan mampu meningkatkan nilai stabilitas dan kekuatan campuran serta mengurangi tendensi terjadinya bekas roda kendaraan pada lalu lintas.

**Tabel 6. Pengaruh LDPE terhadap VMA**

No.	Variasi Plastik LDPE	Stability (kg)	Spesifikasi
1.	3%	1 098 Kg	Min. 800
2.	4%	1 140 Kg	Min. 800
3.	5%	1 025 Kg	Min. 800
4.	6%	972 Kg	Min. 800
5.	7%	868 Kg	Min. 800

Berdasarkan dari hasil penelitian dapat dilihat pada table diatas yang mana nilai stabilitas yang tertinggi terlihat pada campuran plastik LDPE (4% plastik LDPE) yaitu 1140 kg karena LDPE meningkatkan kekakuan campuran disebabkan ldpe bersifat bahan plastik termoplastik dan plastik yang meleleh pada campuran dapat menyelimuti agregat Sebagian agar mengikat antar

partikel, dan nilai stabilitas yang terendah terlihat pada variasi plastik LDPE 7% dengan nilai 868 kg.

#### 6. Analisa terhadap nilai kelelehan

Kelelehan (*Flow*) menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan atau kelelehan merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh, yang dinyatakan dalam mm atau inch. Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi bahan susun benda uji, campuran yang mempunyai angka *flow* rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menghasilkan campuran beraspal yang kaku dan getas sehingga akan mudah retak apabila terkena beban lalu lintas yang tinggi dan berat. Sebaliknya apabila campuran beraspal panas mempunyai *flow* terlalu tinggi maka akan bersifat plastis sehingga mudah berubah bentuk (deformasi plastis) akibat beban lalu lintas yang tinggi dan berat.

**Tabel 7. Pengaruh LDPE terhadap kelelehan**

No.	Variasi Plastik LDPE	Flow (mm)	Spesifikasi
1.	3%	4,23 mm	Min. 2 Maks. 4
2.	4%	3,84 mm	Min. 2 Maks. 4
3.	5%	3,51 mm	Min. 2 Maks. 4
4.	6%	3,28 mm	Min. 2 Maks. 4
5.	7%	2,90 mm	Min. 2 Maks. 4

Berdasarkan pada tabel diatas *flow* dengan plastik LDPE terhadap subtitusi kadar aspal pada campuran aspal porous berpengaruh pada nilai *flow* karena dengan adanya variasi plastik LDPE nilai *flow* mengalami penurunan. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi semakin platis sehingga besarnya deformasi pada saat menerima beban. Maka dapat dilihat pada grafik, nilai *flow* maksimum terdapat pada penambahan variasi 3% plastik LDPE, dan untuk nilai minimum *flow* terdapat pada variasi campuran 7% plastik LDPE.

#### 7. Analisa terhadap nilai MQ

Marshall Quotient (MQ) adalah hasil bagi antara stabilitas dengan *flow* yang dinyatakan dalam kg/mm. Campuran dengan stabilitas yang tinggi dan kelelehan plastis yang rendah menghasilkan nilai MQ yang tinggi dan menunjukkan campuran tersebut kaku, sehingga perkerasan mudah mengalami perubahan bentuk jika mengalami beban lalu lintas, seperti potensial terhadap retak.

**Tabel 8. Pengaruh LDPE terhadap MQ**

No.	Variasi Plastik LDPE	MQ (kg/mm)	Spesifikasi
1.	3%	260 kg/mm	Min. 250
2.	4%	297 kg/mm	Min. 250
3.	5%	292 kg/mm	Min. 250
4.	6%	297 kg/mm	Min. 250
5.	7%	300 kg/mm	Min. 250

Berdasarkan dari table diatas Marshall Quotient dengan variasi plastik LDPE sebagai substitusi kadar aspal terhadap campuran aspal porous menunjukkan nilai MQ meningkat seiring bertambahnya kadar plastik LDPE dan dapat disimpulkan bahwa makin tinggi penambahan kadar plastik akan menyebabkan campuran cenderung kaku atau getas pada Analisa pengujian variasi plastik LDPE sebagai substitusi kadar aspal pada campuran aspal porous untuk nilai MQ meningkat dari pengujian 3% sampai 7% karena nilai stabilitas yang naik lebih cepat daripada nilai flow yang meningkatkan nilai rasio stabilitas terhadap flow.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengaruh penggunaan limbah plastik LDPE sebagai subsitusi aspal pada lapisan AC-BC, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan kadar aspal pada campuran aspal porus yang disubstitusi dengan plastik LDPE berpengaruh signifikan terhadap kekuatan campuran, khususnya dalam hal stabilitas dan daya tahan.
2. Dapat disimpulkan bahwa variasi Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian aspal dalam campuran AC-BC. Berdasarkan pengujian dan evaluasi terhadap parameter Marshall, diperoleh bahwa persentase optimum LDPE yang memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 berada pada kisaran tertentu (misalnya 3%–7%), di mana campuran masih memenuhi syarat stabilitas, kelelahan, dan rongga udara.

## DAFTAR PUSTAKA

Akhmad Zadhi Nashruddin dan Cahya Buana, 2021, Tentang Analisis Penilaian Kerusakan Jalan Dan perbaikan Pada Jalan Raya.

Albert Telehala, 2020, Tentang Campuran Aspal Semen Yang Dicairkan Dengan Bahan Pelarut Dari Hasil Penyulingan Minyak Bumi.

ASTM C117:2012 Tentang Standar yang Menerapkan Metode Pengujian Untuk Menentukan Jumlah Material Halus Yang lolos Saringan No. 200

Hardiyatmo, 2019, Tentang Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah.

Khadafi, M. (2023). *Studi Penggunaan Plastik LDPE Pada Campuran Aspal Sebagai Bahan Pengikat Konstruksi Jalan*. Parepare: Jurnal Karajata Engineering.

Manual Desain Perkerasan Jalan N0.02/M/BM/2017, Tentang Prosedur Desain Perkerasan Jalan, Baik Perkerasan Lentur Dan Perkerasan kaku.

Menurut SNI 02-6820-2002, Tentang Agregat Halus Untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen harus memenuhi persyaratan tertentu.

Motlagh, A, 2012, Tentang Cara Pemcampuran Plastik.

Nevil,1997, Tentang Berbagai aspek Tentang Bahan Pembentuk Dan pengearus Berbagai faktor Agregat Halus

SNI 06-2489-1991, Tentang Metode Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall.

SNI 03-1969-2016 Tentang Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

SNI 1970:2016 Tentang Metode Uji Berta Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.

SNI 2439:2011 Tentang Cara Uji Penyelimutan Dan Penglupasan Pada Campuran Agregat-

Aspal.

SNI 2441:2011 Tentang Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras.

SNI 2456:2011 Tentang Cara Uji Penetrasi Aspal.

SNI 2432:2011 Tentang Cara Uji Daktilitas Aspal.

Suprapto TM,2004, Tentang Bahan Dan Struktur Jalan Raya.

Sukirman, 2007, Tentang Perkerasan Jalan, Khususnya Beton aspal, Dan Berbagai aspek Terkait.

Puslitbang,2000, Tentang Campuran Beraspal Khususnya Mengenai Volumetrik Campuran Beraspal Panas.

Tenriajeng, 1999, Tentang Perkerasan Jalan.

Tjitjik Wasiah Suroso, jurnal jalan jembatan. 2009

Yamin (2002), dalam Lusyana (2007), Tentang pematatan Lalu lintas