

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Aspal modifikasi sedang dikembangkan di banyak negara termasuk di Indonesia dengan tujuan meningkatkan mutu aspal. Aspal termasuk material perkerasan jalan lentur, agar perkerasan jalan dapat digunakan sebagaimana fungsinya maka setiap material pembentukan perkerasan jalan harus diketahui kelayakannya.

#### **2.1. Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk memberikan pelayanan kepada sarana transportasi. Fungsi perkerasan adalah untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman, serta sebelum umur rencananya tidak terjadi kerusakan yang berarti. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi juga ekonomis, maka perkerasan jalan dibuat berlapis-lapis (Sukirman, S. 2003).

#### **2.2. Pengertian Aspal**

Aspal berasal dari bitumen yang memiliki zat perekat material (*viscous cementitious material*), berwarna hitam pekat atau gelap, berbentuk padat atau semi padat yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau pitch. Dari ketiga jenis bitumen tersebut, hanya aspal yang umum digunakan sebagai bahan pembentuk perkerasan jalan, sehingga seringkali bitumen disebut sebagai aspal. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Aspal bersifat termoplastis, yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperatur turun. Sifat ini digunakan dalam proses konstruksi pekerjaan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4 – 10 % berdasarkan berat campuran atau 10 -15 % berdasar volume campuran. (Sukirman, S. 2016).

### 2.2.1. Jenis Aspal

Jika dilihat dari bentuknya pada temperatur ruang, maka aspal dibedakan atas aspal padat, aspal cair, dan aspal emulsi dengan uraian sebagai berikut (Sukirman, S. 2016):

#### 1. Aspal Padat

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat disebut juga dengan semen aspal, sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu.

#### 2. Aspal Cair

Aspal cair adalah aspal yang berbentuk cair pada suhu ruangan. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin atau solar. Bahan pencair yang membedakan aspal pencair sebagai berikut:

- a. *Rapid curing cut back asphalt* (RC), merupakan aspal cair yang paling cepat menguap. Bahan yang digunakan sebagai pencair adalah bensin.
- b. *Medium curing cut back asphalt* (MC), menggunakan bahan pencair minyak tanah (*kerosene*).
- c. *Slow curing cut back asphalt* (SC), merupakan aspal yang paling lambat menguap. Bahan yang digunakan sebagai pencair adalah solar (minyak diesel).

#### 3. Aspal Emulsi (*emulsified asphalt*)

Aspal emulsi adalah campuran dari aspal minyak (petroleum bitumen), air dan zat kimia yang disebut emulsifier. Aspal yang merupakan keluarga minyak bisa bercampur dengan air dengan bantuan emulsifier melalui proses emulsifikasi, pada proses emulsifikasi aspal dijadikan butiran yang sangat kecil (0,1-20 mikron) dan diberi muatan listrik statis oleh emulsifier. Akibat adanya muatan listrik ini, terjadi gaya saling tolak menolak antara butiran aspal sehingga aspal tersebar secara merata dalam media air dan menjadi emulsi. Berdasarkan kecepatan mengerasnya, aspal emulsi dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. *Rapid Setting (RS)*, yaitu aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi cepat, dan aspal cepat menjadi padat atau keras kembali.
- b. *Medium setting (MS)*, yaitu aspal yang proses pengikatannya lebih lambat dari *Rapid Setting (RS)* dan lebih cepat dari *Slow Setting (SS)*.
- c. *Slow Setting (SS)*, yaitu jenis aspal emulsi yang proses pengikatannya paling lambat mengeras.

### 2.2.2. Sifat-sifat Aspal

Aspal banyak digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan karena memiliki sifat sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat. Adapun sifat-sifat aspal sebagai berikut:

1. Kepekaan aspal terhadap temperatur  
Aspal bersifat termoplastis yaitu menjadi lebih padat bila temperatur menurun dan melunak jika temperatur meningkat.
2. Durabilitas  
Durabilitas aspal adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat aspalnya akibat pengaruh cuaca dan beban lalu lintas selama masa pelayanan.
3. Adhesi dan Kohesi.  
Adhesi adalah kemampuan partikel aspal untuk melekat satu sama lainnya, dan kohesi adalah kemampuan aspal untuk melekat dan mengikat agregat.

### 2.2.3. Aspal Modifikasi Polimer

Aspal polimer merupakan material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintesis dengan aspal. Aspal modifikasi polimer dikembangkan untuk meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan yang tinggi dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan.

Bahan aditif adalah suatu bahan yang dipakai untuk ditambahkan pada aspal. Penggunaan bahan aditif aspal merupakan bagian dari klasifikasi jenis aspal modifikasi yang berunsur dari jenis karet, karet sintesis atau buatan juga karet yang

sudah diolah (dari ban bekas), dan juga dari bahan plastik. Aspal polimer telah dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir. Telah dikembangkan di berbagai negara termasuk di Indonesia.

Modifikasi aspal polimer dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Aspal Polimer Elastomer

Elastomer yaitu polimer yang memiliki sifat elastis berupa kumpulan benda yang mempunyai sifat karet asli karet vulkanisasi, karet olahan ulang, atau karet tiruan yang meregang apabila diregangkan lalu mengerut secara cepat dan pulih ke dimensi semula secara penuh. Karet alam, getah asli, silikon, poli uretan, nesprene, *Sytrene Butadine Styrene* (SBS), *Styrene Butadine Rubber* (SBR), *Styrene Isoprene Styrene* (SIS) adalah jenis polimer yang biasanya digunakan sebagai bahan pencampur aspal keras. Dengan menambahkan bahan elastomer dapat meningkatkan ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi.

2. Aspal Polimer Plastomer

Salah satu teknologi dalam aspal adalah penambahan bahan polimer plastomer dimaksudkan untuk meningkatkan sifat reologi baik pada aspal keras dan sifat fisik campuran beraspal. Jenis polimer plastomer yang telah banyak digunakan antara lain adalah *Ethylene Vinyle Acetate* (EVA), *Polypropilene*, dan *Polyethilene* (PE). Persentase penambahan polimer ini ke dalam aspal keras juga harus ditentukan berdasarkan pengujian laboratorium, penambahan ini dapat memperbaiki sifat-sifat reologi aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebih justru akan memberikan pengaruh yang negatif.

#### **2.2.4. Spesifikasi Aspal Pen 60 dan Aspal Modifikasi Polimer**

Persyaratan aspal yang digunakan sesuai Spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 Divisi 6 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Spesifikasi untuk aspal pen 60/70 dan aspal modifikasi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Spesifikasi aspal pen 60 dan aspal modifikasi

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen.60- 70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi	
				A <sup>'1'</sup>	B
				asbuton yang di proses	Elastomer sintetis
1	Penetrasi 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	Min.50	Min.40
2	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 06-6441-2000	160-240	240-360	320-480
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300	385-2000	≤ 3000
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	≥ 53	≥ 54
5	Daktilitas pada 25 °C, (Cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 100	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	≥ 232	≥ 232
7	Kelarutan dalam Trichlorethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99	≥ 90 <sup>'1'</sup>	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	≤ 2,2	≤ 2,2
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm) %			Min.95 <sup>'1'</sup>	-
<b>Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002):</b>					
11	Berat yang Hilang	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 0,8
12	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 03-6441-2000	≤ 800	≤ 1200	≤ 1600
13	Penetrasi 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	≥ 54	≥ 54
14	Daktilitas pada 25 °C (Cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	≥ 50	≥ 25
15	Keelestisan setelah Pengembalian	AASHTO T 301-98	-	-	≥ 60

Sumber: Spesifikasi Umum 2010, Revisi 3, Divisi 6 Bina Marga

Catatan:

1. Hasil pengujian adalah untuk bahan pengikat (bitumen) yang diekstraksi dengan menggunakan metoda SNI 2490 : 2008. Sedangkan untuk pengujian kelarutan dan gradasi mineral dilaksanakan pada seluruh bahan pengikat termasuk kandungan mineralnya.
2. Pabrik pembuat bahan pengikat Tipe II dapat mengajukan metoda pengujian alternatif untuk viskositas bilamana sifat elastomerik atau lainnya didapati berpengaruh terhadap akurasi pengujian penetrasi, titik lembek atau standar lainnya.
3. Viskositas diuji juga pada temperatur 100°C dan 160°C untuk tipe I, untuk tipe II pada temperatur 100°C dan 170°C
4. Jika untuk pengujian tidak dilakukan dengan AASHTO 201-15 maka hasil pengujian harus dikonversikan ke satuan cSt.

### 2.2.5. Pengujian Aspal

Pengujian aspal dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia dengan ketentuan Spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 Divisi 6 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Pengujian aspal yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian titik nyala (SNI 2433:2011)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan suhu dimana diperoleh nyala pertama di atas permukaan aspal dan menentukan suhu di mana terjadi terbakarnya pertama kali di atas permukaan aspal, dengan mengetahui nilai titik nyala dan titik bakar aspal, maka dapat diketahui suhu maksimum dalam memanaskan aspal sebelum terbakar.

2. Pengujian titik lembek (SNI 2434:2011)

Pengujian titik lembek memiliki tujuan untuk mendapatkan informasi pada temperatur berapa aspal berubah fase dari bentuk padat ke bentuk cair.

3. Uji penetrasi (SNI 06-2456-1991)

Tujuan dari uji penetrasi yaitu untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal dan indeks penetrasi merupakan pengukuran kepekaan aspal terhadap temperatur yang dihitung menggunakan persamaan 2.1.

$$\frac{20-IP}{10+IP} = 50x \frac{\log R\&B - \log Pen\ 25^{\circ}C}{TR\&B - 25} \quad (2.1)$$

Dengan:

IP = Indeks Penetrasi

$T_{R\&B}$  = Suhu Titik Lembek Aspal, °C.

Pen 25 °C = Penetrasi pada suhu 25°C.

$Pen_{R\&B}$  = Penetrasi pada suhu  $T_{R\&B}$ .

Jika tak terdapat data nilai ini dapat diasumsikan dengan 800.

4. Uji viskositas kinematis (SNI 06-6441-2000)

Tujuan dari uji viskositas adalah menentukan kekentalan kinematis dari aspal dan untuk menentukan suhu pencampuran dan pematatan.

5. Pengujian daktilitas (SNI 2432:2011)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat adhesi dan kohesi aspal.

6. Pengujian berat jenis aspal (SNI2441:2011)

Berat jenis aspal merupakan perbandingan antara berat volume aspal dengan berat volume air suling pada temperatur yang sama. Adapun rumus yang digunakan pada persamaan 2.2.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat Aspal}}{\text{Berat Isi Aspal}} \quad (2.2)$$

$$BJ = \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \quad (2.3)$$

Dengan:

A = berat massa piknometer (dengan penutup) (gram)

B = berat massa piknometer berisi air (gram)

C = berat massa piknometer berisi bitumen (gram)

D = berat massa piknometer berisi bitumen dan air (gram)

7. TFOT (*Thin Film Oven Test*) (SNI-06-2441-1991).

Bertujuan mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan berulang.

8. Penetrasi Sesudah TFOT (SNI 06-2456-1991)

9. Daktilitas Sesudah TFOT (SNI 2432:2011)

10. Kelarutan dalam *Trichloreethylene* (SNI AASHTO T44-03)

Pengujian kelarutan dalam *Trichloreethylene* bertujuan untuk mengetahui derajat kelarutan aspal.

### 2.3. Limbah Plastik

Limbah plastik merupakan suatu sumber pencemaran lingkungan hidup di dunia. Plastik merupakan produk serbaguna, ringan, fleksibel, tahan kelembaban, kuat dan relatif murah karena kemudahan tersebut plastik masih menjadi pilihan utama untuk berbagai macam kemasan atau kegunaan..

Plastik merupakan polietena, yaitu poliolefin yang paling banyak digunakan sebagai bahan pembuatan berbagai jenis peralatan rumah tangga ataupun kemasan makanan dan minuman karena harganya yang 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 hidrogen atau gas petroleum, pada pemecah minyak (nafta), gas alam atau asetilen. Secara umum polietilen (PE) dibagi menjadi empat yaitu (Diansari, S. 2016):

1. Polietilen dengan densitas tinggi atau *High Density Polyetilen* (HDPE)  
Strukturnya terdiri dari molekul tidak bercabang dengan beberapa difek menuju bentuk linear nya, dengan rendahnya tingkat difek, serta dapat menghindari dari penggabungan maka mengakibatkan derajat kristalisasi juga tinggi. HDPE mempunyai densitas 0,95-0,97 g/cm<sup>3</sup>, dan memiliki titik leleh diatas 127°C (beberapa macam, berkisar 135°C). HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras dan tahan terhadap suhu tinggi serta korosi, HDPE sering digunakan sebagai dinding pelapis tahan korosi, bahan-bahan rumah tangga, perisai radiasi pipa.
2. Polietilen dengan densitas rendah atau *Low Density Polyetilen* (LDPE)  
Polimer ini terdiri dari konsentrasi substansial cabang yang dapat menghindari proses kristalisasi menghasilkan densitas yang relatif rendah. LDPE memiliki densitas 0,91-0,94 g/sm<sup>3</sup>, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik 115°C. Kebanyakan LDPE digunakan sebagai bahan pelapis plastik, lapisan pelindung sabun, tempat penyimpanan makanan dan mainan anak-anak.
3. Polietilen linier dengan densitas rendah atau *Linier Low Density Polyetilen* (LLDPE)  
LLDPE merupakan resin yang terdiri dari molekul dengan tulang punggung polietilen linear yang ditempel dengan gugus alkil pendek secara random. LLDPE memiliki densitas 0,90-0,94 g/cm<sup>3</sup>.
4. Polietilen dengan densitas sangat rendah atau *Verry Low Density Polyetilen* (VLDPE)  
VLDPE dikenal polietilen dengan densitas ultra rendah yaitu 0,86-0,90 g/cm<sup>3</sup> dibentuk dari polietilen linear densitas rendah.



## 2.4. Analisis Stastitik ANOVA

Anova merupakan singkatan dari *Analysis of variance*. Merupakan prosedur uji statistik yang mirip dengan *t test*. Namun kelebihan Anova adalah dapat menguji perbedaan lebih dari dua kelompok. Berbeda dengan *independent sample t test* yang hanya bisa menguji perbedaan rata-rata dua kelompok saja.

Ciri khasnya adalah adanya satu atau lebih variabel bebas sebagai faktor penyebab dan satu atau lebih variabel response sebagai akibat atau efek dari adanya faktor. Contoh penelitian yang dapat menggambarkan penjelasan ini: “Adakah pengaruh jenis bahan bakar terhadap umur thorax mesin.” Dari judul tersebut jelas sekali bahwa bahan bakar adalah faktor penyebab sedangkan umur thorax mesin adalah akibat atau efek dari adanya perlakuan faktor. Ciri lainnya adalah variabel response berskala data rasio atau interval (numerik atau kuantitatif).

Anova merupakan salah satu dari berbagai jenis uji parametris, karena mensyaratkan adanya distribusi normal pada variabel terikat perlakuan atau distribusi normal pada residual. Syarat normalitas ini mengasumsikan bahwa sample diambil secara acak dan dapat mewakili keseluruhan populasi agar hasil penelitian dapat digunakan sebagai generalisasi. Namun keunikannya, uji ini dapat dikatakan relatif robust atau kebal terhadap adanya asumsi tersebut.

Anova digunakan sebagai alat analisis untuk menguji hipotesis penelitian yang mana menilai adakah perbedaan rata-rata antara kelompok. Hasil akhir dari analisis Anova adalah nilai F test atau nilai F hitung. Nilai F hitung ini yang nantinya akan dibandingkan dengan nilai f tabel. Jika nilai F hitung lebih dari F tabel, maka dapat disimpulkan bahwa menerima H1 dan menolak H0 atau yang berarti ada perbedaan bermakna rata-rata pada semua kelompok. Jenis-jenis Anova dibagi menjadi 3 yaitu:

*Univariate One Way Analysis of Variance*. Apabila variabel bebas dan variabel terikat jumlahnya satu.

*Univariate Two Way Analysis of Variance*. Apabila variabel bebas ada dua sedangkan variabel terikat jumlahnya satu.

*Univariate Multi Way Analysis of Variance*. Apabila variabel bebas lebih dari dua sedangkan variabel terikat jumlahnya satu.

## 2.5. Penelitian Terdahulu

Beberapa pengujian aspal modifikasi dari penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Aspal modifikasi

No	Peneliti (Tahun)	Judul Peneliti	Hasil Penelitian
Penelitian terdahulu tentang campuran aspal plastik sampai ke pembuatan benda uji			
1	Rezza, P., & Aschuri, I. (2009)	Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC-BC”.	Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan penggunaan bahan sampah plastik bekas dapat mempengaruhi parameter Marshall terutama nilai stabilitas. Pada penggunaan 1,3 % sampah plastik bekas mempunyai stabilitas dan durabilitas sebesar 1470,48 kg, 1286,42 kg, dan 87,48%, dan 3,3% sampah plastik bekas stabilitas dan durabilitas 1476,28 kg, 1316,35 kg, dan 89,17%, sedangkan pada 5,3% sampah bekas plastik yaitu 1481,83 kg, 1338,68 kg, dan 90,34% dengan rendaman 30 menit dan 24 jam. Untuk parameter lainnya seperti flow, Marshall <i>Quotient Density</i> , VIM, VMA, dan VFB memenuhi persyaratan.

No	Peneliti (Tahun)	Judul Peneliti	Hasil Penelitian
2	Wantoro et al. (2013)	Pengaruh Limbah Bekas Tipe <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) Terhadap Kinerja Campuran Beraspal	<p>penelitian tersebut menggunakan persentase plastik LDPE 0%; 2%; 4%; dan 6%, dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa dengan penambahan plastik sebagai bahan pengganti sebagian <i>filler</i> nilai VIM, VMA, stabilitas, dan MQ meningkat sedangkan untuk nilai kelelahan dan VFA mengalami penurunan. Nilai stabilitas dengan penambahan LDPE 2% naik 14,23% pada kadar aspal 4,5% dan turun sebesar 2,53% saat kadar aspal 6,5% dibandingkan campuran beraspal tanpa LDPE. Sementara pada campuran 4% naik 13,50% pada kadar aspal 4,5% dan turun sebesar 6,12% saat kadar aspal 6,5% dan pada campuran dan pada campuran beraspal dengan tambahan LDPE 6% naik 7,52% pada kadar aspal 4,5% dan turun sebesar 7,78% saat kadar aspal 6,5%.</p>

No	Peneliti (Tahun)	Judul Peneliti	Hasil Penelitian
3	Apriyandi, R. (2019)	Kajian Stabilitas Marshall pada Campuran Beraspal yang Menggunakan Variasi Plastik dengan Cara Kering	Penelitian tersebut menggunakan cara kering yaitu mengganti sebagian campuran agregat dengan plastik LDPE. Kadar aspal optimum campuran plastik 0% adalah 6,5%, untuk campuran plastik 3,5% adalah 6,45%, untuk campuran plastik 4,5% adalah 6,2% dan untuk campuran plastik 5,5% adalah 5,9%. Nilai stabilitas tertinggi terjadi pada campuran dengan plastik 5,5% pada kadar aspal optimum.
4	N, R. F., Arifin, M. Z., & Bowoputro, H. (2018)	Pengaruh Variasi Kadar dan Panjang Serabut Kelapa Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal Porus	Penelitian tersebut menggunakan analisis Anova, berdasarkan hasil analisis <i>Multivariate Anova</i> , terdapat pengaruh interaksi dari kadar aspal, panjang serabut kelapa dan kadar sarabut kelapa terhadap nilai stabilitas dan marshall, tetapi tidak berpengaruh pada nilai VIM dan <i>flow</i> .
Penelitian terdahulu tentang plastik LDPE			
1	Yuniari, A. (2014)	Karakteristik Sifat Mekanik, Ketahanan Api dan Pembakaran, dan Morfologi Nanokomposit Campuran PVC dan LDPE	penelitian tersebut menyimpulkan bahwa penambahan LDPE pada nanokomposit menyebabkan perubahan sifat mekanik, antara lain: penurunan kuat tarik, kemuluran dan kuat jenis.

No	Peneliti (Tahun)	Judul Peneliti	Hasil Penelitian
Penelitian terdahulu tentang uji propertis aspal			
1	Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU. (2004)	Peningkatan Mutu Aspal Dengan Daur Plastik Mutu Rendah	dari penelitian tersebut didapat cara pengolahan plastik mutu rendah menggunakan cara diencerkan dengan kecepatan pengadukan 300-350 rpm, waktu pengadukan minimum 20 menit, dan tempejratur pengadukan minimum 160°C.
2	Afriyanto, B., Indriyati, E.W., & Hardini, P. (2019)	Pengaruh Limbah Plastik <i>Low Density Polyethylene</i> Terhadap Karakteristik Dasar Aspal	Penelitian ini menggunakan metode pencampuran aspal panas dan plastik dingin, aspal dipanaskan hingga mencair kemudian paltik dimasukan kedalam aspal yang sudah mencair dan temperatur pada saat aspal mmenjadi homogen dicatat. Hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa campuran maksimal yang memenuhi persyaratan untuk aspal modifikasi adalah 5%. Hal tersebut karena hasil-hasil pengujian penetrasi, pengujian berat jenis, pengujian daktilitas, pengujian titik lembek, pengujian titik nyala dan titik bakar, serta pengujian viskositas untuk aspal dengan kadar plastik 0% sampai 5%, sedangkan aspal dengan kadar plastik 6% pengujian berat jenis, daktilitas, titik lembek, dan viskositas. Aspal dengan kadar plastik 7%

No	Peneliti (Tahun)	Judul Peneliti	Hasil Penelitian
			dan 8% pengujian berat jenis dan titik lemek. Semua pengujian kadar plastik tersebut memenuhi standar Bina Marga