

# Karakteristik Aspal Buton Ekstraksi yang Dimodifikasi dengan Oli Bekas dan Plastik HDPE

I.D.M.A. Karyawan<sup>\*\*</sup>, N.N. Kencanawati<sup>a</sup>, Hariyadi<sup>a</sup>, Hasyim<sup>a</sup> dan Rohani<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Mataram, Indonesia 83115

\* Corresponding author's e-mail: [dewaalit@unram.ac.id](mailto:dewaalit@unram.ac.id)

Received: 15 July 2023; revised: 25 July 2023; accepted: 28 July 2023

**Abstract:** Asphalt functions as an aggregate binder in the road pavement mixture. The rapid construction of roads causes the need for asphalt to increase, while its availability is limited. The government is promoting the use of natural asphalt (Asbuton) as an alternative to oil asphalt. However, Asbuton's asphalt performance is not good. Uneven asphalt content and Asbuton hardness are factors causing the ineffectiveness of the binder. Performance improvement needs to be done by modifying bitumen which is separated from Asbuton granules through the extraction process. The modification was carried out by utilizing used oil (OB) and high density polyethylene (HDPE) plastic waste. Sampling for each variation of used oil and HDPE was carried out in 2 ways, namely constant 5% used oil composition and 2% constant HDPE. In the constant 5% used oil variation, 0%, 2%, 4%, and 6% HDPE is used. Whereas at constant 2% HDPE used 0%, 3%, 5%, and 7% used oil. The tests carried out were 1) moisture content and ash content of bitumen extraction from Asbuton, 2) asphalt penetration, 3) ductility, 4) weight loss, 5) specific gravity, 6) softening point, and 7) flash and burn points. The performance of modified asphalt is known from the results of data analysis from the tests carried out. The results of the analysis showed that in the asphalt weight loss test, specific gravity and softening point, pure Asbuton extracted asphalt and modified results as a whole met the requirements. However, in the penetration test, only 3 variations met the requirements, namely: 5% and 7% used oil, and 2% and 6% HDPE. Whereas in the ductility test, all variations and extraction of pure Asbuton asphalt did not meet the requirements. Low ductility means asphalt does not have good cohesive properties. There are 3 variations that meet the flash and burn points, namely 5% OB + 6% HDPE, 2% HDPE + 0% OB, and 2% HDPE + 3% OB. All variations meet fuel point values except OB 5% + HDPE 2%, HDPE 2% + OB 5%, and HDPE 2% + OB 7%. Thus, the modifier composition still needs to be optimized so that the requirements for ductility, flash point and firing point are met.

**Keywords:** *Asbuton extraction, modified asphalt, HDPE plastic, used oil.*

**Abstrak:** Aspal berfungsi sebagai pengikat agregat pada campuran perkerasan jalan. Pesatnya pembangunan jalan menyebabkan kebutuhan aspal meningkat, sementara ketersediaannya terbatas. Pemerintah menggalakkan penggunaan aspal alam (Asbuton) sebagai alternatif pengganti aspal minyak. Namun, kinerja aspal dari Asbuton kurang baik. Kandungan aspal yang tidak merata dan kekerasan Asbuton sebagai factor penyebab kurang efektif sebagai bahan pengikat. Perlu dilakukan perbaikan kinerja dengan memodifikasi aspal yang dipisahkan dari butiran Asbuton dengan proses ekstraksi. Modifikasi yang dilakukan menggunakan oli bekas (OB) dan limbah plastic *High-Density Polyethylene* (HDPE). Sampel dibuat untuk masing variasi penggunaan oli bekas dan HDPE, dengan 2 cara yaitu komposisi oli bekas konstan 5% dan HDPE konstan 2%. Pada variasi oli bekas konstan 5%, digunakan HDPE 0%, 2%, 4% dan 6%. Sedangkan pada HDPE konstan 2%, digunakan oli bekas 0%, 3%, 5% dan 7%. Pengujian yang dilakukan adalah 1) Kadar air dan kadar abu aspal ekstraksi Asbuton, 2) Penetrasi aspal, 3) Daktilitas, 4) Kehilangan berat, 5) berat jenis, 6) titik lembek, dan 7) titik nyala dan titik bakar. Kinerja aspal modifikasi diketahui dari hasil analisis data dari pengujian yang dilakukan. Hasil analisis menunjukkan pada uji kehilangan berat aspal, berat jenis dan titik lembek, aspal ekstraksi Asbuton murni dan hasil modifikasi secara keseluruhan memenuhi persyaratan. Namun pada uji penetrasi hanya 3 variasi yang memenuhi persyaratan yaitu: oli bekas 5% dan 7%, serta HDPE 2% dan 6%. Sedangkan pada uji daktilitas, semua variasi dan aspal ekstraksi Asbuton murni tidak memenuhi persyaratan. Daktilitas yang rendah, artinya aspal tidak mempunyai sifat kohesi yang baik. Ada 3 variasi yang memenuhi titik nyala dan titik bakar, yaitu OB 5%+HDPE 6%, HDPE 2%+OB 0% dan HDPE 2%+OB 3%. Seluruh variasi memenuhi nilai titik bakar kecuali OB 5%+HDPE 2%, HDPE 2%+OB 5% dan HDPE 2%+OB 7%. Sehingga, masih diperlukan optimasi komposisi modifier sehingga persyaratan daktilitas, titik nyala dan titik bakar terpenuhi.

**Kata kunci:** *Asbuton ekstraksi, aspal modifikasi, plastik HDPE, oli bekas.*

## 1. Pendahuluan

Aspal adalah bahan pengikat agregat pada campuran perkerasan jalan. Karena itu, aspal merupakan salah satu material yang sangat penting dan menjadi kebutuhan utama dalam penyelenggaraan jaringan jalan di Indonesia. Kebutuhan aspal yang terus meningkat ternyata menjadi permasalahan baru, karena aspal minyak mengalami kenaikan harga yang sangat drastis seiring terjadinya

kenaikan harga minyak dunia [1]. Terbatasnya ketersediaan aspal minyak sebagai bahan pengikat untuk lapisan perkerasan jalan menyebabkan harganya menjadi mahal. Pembangunan infrastruktur jalan nasional saat ini membutuhkan aspal mencapai 1,6 juta ton/ tahun. Pertamina hanya memenuhi sekitar 30%, sebanyak 70% sisanya diimpor dari Singapura [2]. Melihat kondisi tersebut. Pemerintah menggalakkan penggunaan Asbuton. Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton.

Dengan jumlah deposit Asbuton yang mencapai 650 juta ton, menjadikan Indonesia sebagai Negara penghasil aspal alam terbesar di dunia. Aspal Buton tidak hanya dari satu tambang saja [3]. Sehingga penelitian penggunaan Asbuton banyak dilakukan.

Kelemahan Asbuton adalah kandungan aspalnya yang tidak seragam dan sifatnya yang keras sehingga kurang baik sebagai bahan pengikat. Karena itu perlu dilunakkan dengan upaya untuk melunakkan aspal dalam Asbuton dengan bahan peremaja [4]. Penambahan aditif juga dapat meningkatkan kinerja campuran aspal beton. Salah satu aditif yang dapat digunakan adalah gondorukem (bio-aditif) [5]. Upaya perbaikan kinerja campuran Asbuton dilakukan dengan menggunakan agregat buatan geopolymer *fly ash*. Karakteristik mekanik pada penambahan 25% agregat buatan pada campuran Asbuton dingin, kecuali *Marshall quotient* seluruh persyaratan terpenuhi [6].

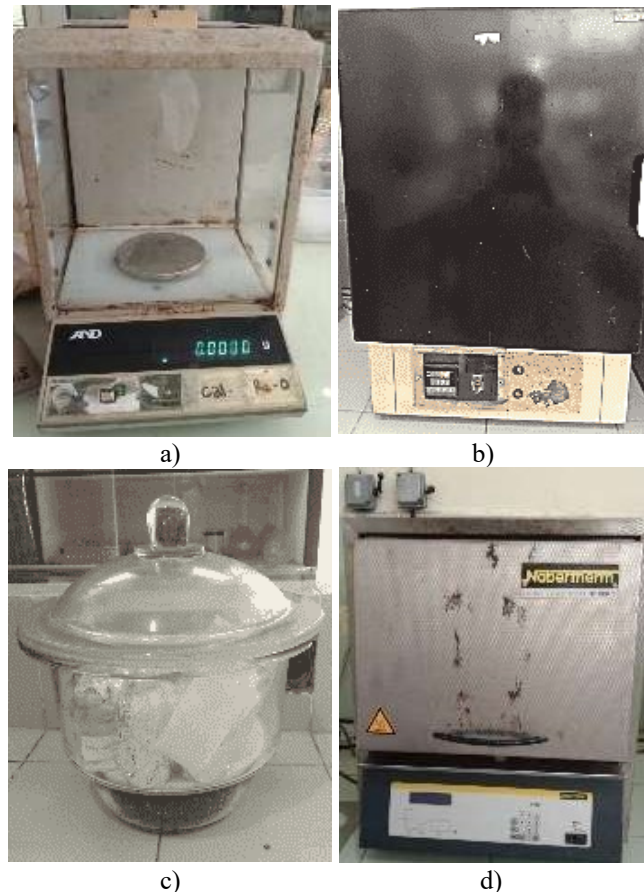
Perlakuan Asbuton akibat kandungannya yang bervariasi adalah dengan memisahkan aspal dengan butiran melalui proses ekstraksi menggunakan larutan tertentu. Beberapa diantaranya adalah: texapon, HCl dan aquades, pertasol [7][8]. Bahkan ada yang hanya menggunakan air panas [9]. Kemudian aspal dimodifikasi sehingga dapat digunakan untuk campuran. Bahan aditif untuk modifikasi antara lain: serbuk ban bekas, limbah botol plastik [10][11]. Peningkatan kinerja aspal dan perpanjangan umur aspal dapat dilakukan dengan cara memberikan tambahan bahan (aditif). Penggunaan material yang mengandung bahan polimer sebagai bahan tambah mampu mengatasi kelemahan yang dimiliki oleh aspal. Kandungan polimer terdapat pada bahan plastik [12]. Terdapat beberapa jenis plastik antara lain [13]: *Polyethylene Terephthalate (PET)*, *High-Density Polyethylene (HDPE)*, *Polyvinyl Chloride (PVC)*, *Low-Density Polyethylene (LDPE)*, *Polypropylene (PP)*, *Polystyrene (PS)* dan lainnya. Bahan plastik ini digunakan untuk pembuatan berbagai produk untuk kebutuhan, misalnya botol, gelas, kantong plastik, kotak makanan dan minuman kemasan.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya serta permasalahan yang dijumpai, maka kajian tentang peningkatan kinerja Asbuton sebagai bahan pengikat dalam campuran untuk saat ini relevan dilakukan. Peningkatan kinerja Asbuton dengan memisahkan butiran dengan aspal dengan cara ekstraksi kemudian memodifikasi aspal dengan limbah plastik dan oli bekas. Pertimbangannya adalah material aditif (limbah plastik) dan oli bekas mudah didapat dan ketersediaannya juga cukup banyak. Penggunaan limbah plastik dan oli bekas secara bersamaan merupakan hal baru. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik aspal hasil ekstraksi Asbuton yang dimodifikasi dengan oli bekas dan plastik HDPE.

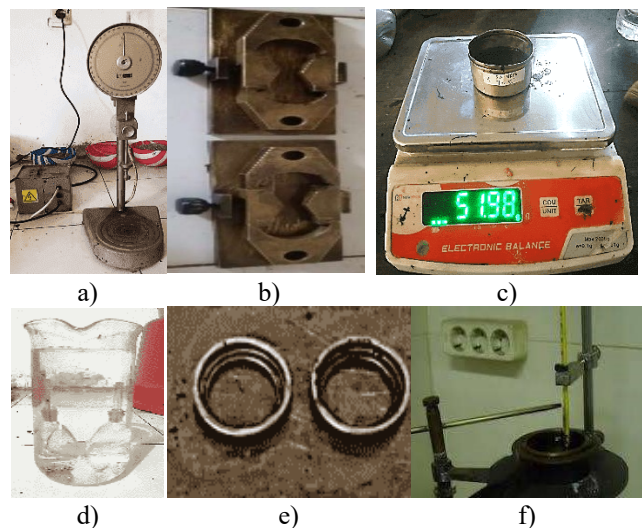
## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi, Alat dan Material Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram serta di Laboratorium Kimia Analitis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram. Peralatan yang digunakan seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.

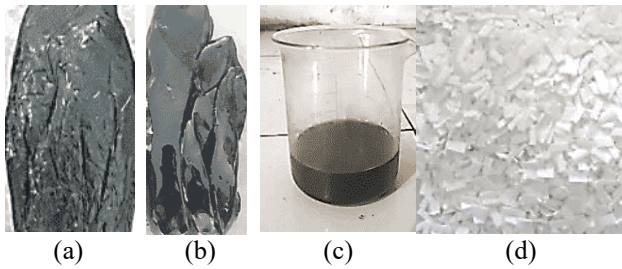


**Gambar 1.** Alat pengujian kadar air dan kadar abu Aspal ekstraksi Asbuton: a) Timbangan, b) Oven, c) Desikator, d) Tanur



**Gambar 2.** Alat pengujian karakteristik aspal ekstraksi Asbuton: a) Penetrometer, b) Cetakan sampel daktilitas, c) Kehilangan berat, d) berat jenis, e) titik lembek, dan f) titik nyala dan titik bakar.

Material yang digunakan adalah aspal hasil ekstraksi Asbuton (AEA) dan aspal minyak penetrasi 60/70, oli bekas dan Plastik tipe HDPE seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Material: a) Aspal ekstraksi Asbuton, b) Aspal Pen 60/70, c) Oli bekas, dan d) Plastik HDPE

Rancangan sampel dan variasi modifier aspal ekstraksi Asbuton adalah: aspal pen 60/70 (AP 60/70), aspal ekstraksi Asbuton (AEA), dan aspal ekstraksi Asbuton dengan penambahan oli bekas dan HDPE. Penambahan oli bekas dan HDPE dilakukan dengan cara memvariasikan proporsi secara bergantian, yaitu untuk proporsi oli bekas (OB) konstan 5% dan HDPE konstan 2%.

Variasi penambahan oli bekas 5% dan HDPE, yaitu:

- HDPE 0% (AEA+OB 5%+HDPE 0%),
- HDPE 2% (AEA+OB 5%+HDPE 2%),
- HDPE 4% (AEA+OB 5%+HDPE 4%), dan
- HDPE 6% (AEA+OB 5% + HDPE 6%).

Variasi penambahan HDPE 2% dan oli bekas, yaitu:

- HDPE 2% (AEA+HDPE 2%+OB 0%),
- HDPE 2% (AEA+HDPE 2%+OB 3%),
- HDPE 2% (AEA+HDPE 2%+OB 5%), dan
- HDPE 2% (AEA+HDPE 2%+OB 7%).

### 2.2. Metode dan Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan penyiapan aspal ekstraksi Asbuton, aspal pen 60/70 dan alat pengujian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data karakteristik aspal mulai dari penyiapan sampel sampai pengujian. Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui sifat aspal seperti: durabilitas, adhesi dan kohesi, kepekaan terhadap temperatur, serta pengerasan dan penuaan.

Durabilitas diketahui berdasarkan nilai penetrasi, titik lembek, kehilangan berat dan daktilitas. Adhesi dan kohesi dilihat dari daktilitas. Kepekaan terhadap temperatur dari penetrasi, titik lembek titik nyala dan titik bakar. Sedangkan, pengerasan dan penuaan diketahui dari kehilangan berat dan penetrasi [14]. Sehingga pengujian yang dilakukan meliputi: 1) Kadar air dan kadar abu aspal ekstraksi Asbuton, 2) Penetrasi aspal, 3) Daktilitas, 4) Kehilangan berat, 5) berat jenis, 6) titik lembek, dan 7) titik nyala dan titik bakar. Pengujian dilakukan terhadap aspal pen 60/70 serta modifikasi aspal ekstraksi Asbuton dengan variasi penambahan oli bekas dan plastic HDPE.

Persyaratan dan metode pengujian untuk masing-masing karakteristik tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Prinsip pengujian kadar air adalah mencari kandungan air (dalam %) pada aspal yang merupakan selisih berat awal dengan berat setelah pemanasan dibagi berat awal. Caranya dengan memanaskan aspal dalam oven (temperatur 100<sup>0</sup>C-105<sup>0</sup>C) dan mendinginkan dengan desikator. Kemudian ditimbang dengan cara berulang hingga beratnya konstan. Prinsip yang sama untuk pengujian kadar abu, yaitu dengan cara membakar sampel dalam tanur. Temperatur

pembakaran dalam 2 tahap, yaitu 400 °C pada tahap 1 dan 550°C pada tahap 2. Sampel kemudian didinginkan dengan desikator dan ditimbang. Dilakukan dengan cara berulang, hingga beratnya konstan. mendinginkan dengan desikator. Kemudian ditimbang dengan cara berulang hingga beratnya konstan.

**Tabel 1.** Spesifikasi dan metode pengujian aspal

Pengujian	Metode	Nilai
Penetrasi pada 25°C (0.1mm)	SNI 06-2456-2011	60-70
Daktilitas pada 25°C	SNI 2432-2011	≥100
Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤0.8
Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥1.0
Titik Lembek °C	SNI 2434:2011	≥48
Titik nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥232

Penetrasi yaitu angka yang menunjukkan kekerasan aspal. Penetrasi diukur dengan memasukkan jarum penetrasi yang diberi beban 100 gram ke sampel aspal selama 5 detik pada suhu ruang 25°C. Kedalaman masuknya jarum ke dalam sampel menunjukkan tingkat kekerasan aspal. Semakin besar nilai penetrasinya, maka semakin lunak aspal tersebut dan sebaliknya. Nilai penetrasi adalah nilai rata-rata dari sejumlah sampel yang digunakan.

Daktilitas aspal, yaitu angka yang menunjukkan panjang aspal yang ditarik pada suhu 25° C dengan kecepatan 5 cm/menit hingga aspal tersebut putus. Daktilitas yang tinggi mengindikasikan bahwa aspal semakin lentur, sehingga semakin baik digunakan sebagai bahan ikat perkerasan.

Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal (TOFT) menggunakan metode SNI 06-2440-1991 bertujuan mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan berulang, pengujian ini mengukur perubahan kenerja aspal akibat kehilangan berat. bertujuan mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan berulang. Pengujian ini mengukur perubahan kenerja aspal akibat kehilangan berat

Berat jenis, yaitu angka yang menunjukkan perbandingan berat aspal dengan berat air pada volume yang sama pada suhu ruang. Semakin besar nilai berat jenis aspal, maka semakin kecil kandungan mineral minyak dan partikel lain didalam aspal. Semakin tinggi nilai berat jenis aspal, maka semakin baik kualitas aspal. Berat jenis aspal minimum sebesar 1,000.

Titik lembek aspal (*ring and ball test*), yaitu angka yang menunjukkan suhu (temperature) ketika aspal menyentuh plat baja. Titik lembek juga mengindikasikan tingkat kepekaan aspal terhadap perubahan suhu, di samping itu titik lembek juga dipengaruhi oleh kandungan parafin (lilin) yang terdapat dalam aspal. Semakin tinggi kandungan parafin pada aspal, maka semakin rendah titik lembeknya dan aspal semakin peka terhadap perubahan suhu.

Titik nyala aspal, yaitu angka yang menunjukkan temperatur (suhu) aspal yang dipanaskan ketika dilewatkan nyala penguji di atasnya terjadi kilatan api selama sekitar 5 detik. Syarat aspal AC 60/70 titik nyala sebesar minimal. Titik bakar aspal, yaitu angka yang menyatakan besarnya suhu aspal yang sipanaskan ketika dilewatkan nyala penguji di atas aspal terjadi kilatan api lebih dari 5 detik. Semakin



tinggi titik nyala dan titik bakar aspal, maka aspal tersebut semakin baik. Besarnya nilai titik nyala dan titik bakar tidak berpengaruh terhadap kualitas perkerasan, karena pengujian ini hanya berhubungan dengan keselamatan pelaksanaan khususnya pada saat pencampuran (mixing) terhadap bahaya kebakaran.

Hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan karakteristik aspal. Hasil analisis karakteristik aspal modifikasi dibandingkan dengan karakteristik aspal pen 60/70.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Data Pengujian Sampel

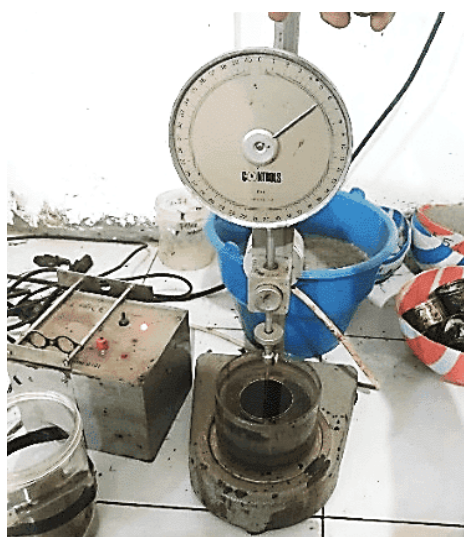
Data pengujian material aspal ekstraksi Asbuton, meliputi uji kadar abu dan kadar air. Pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Mataram. Hasil selengkapnya pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil pengujian aspal ekstraksi Asbuton

Sampel	Kadar air (%)	Kadar Abu (mg/g)
Sampel 1	0,08	53,44
Sampel 2	0,06	53,72
Rerata	0,07	53,58

Hasil uji kadar air menunjukkan sampel yang digunakan relative kering dibandingkan dengan hasil uji penelitian lainnya yaitu antara 6%-15,8% (dengan sampel diambil dari 2 quarry). Kandungan aspal Asbuton berkisar antara 19,0 dan 31,27 [15]. Dengan asumsi pembentuk aspal adalah aspalten (bersifat getas) dan malten (mudah menguap), maka berdasarkan uji kadar abu, masih terdapat mineral lain dalam aspal hasil ekstraksi (belum merupakan aspal murni).

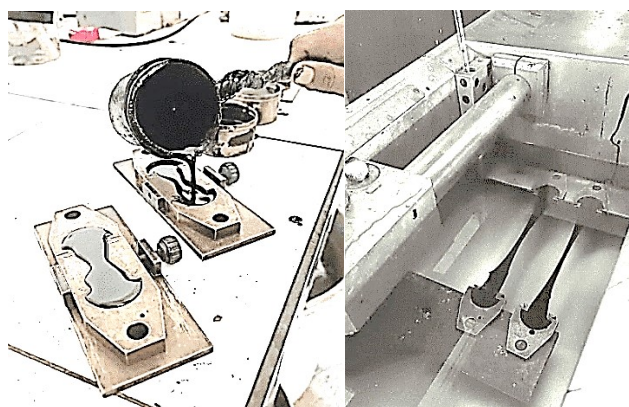
Pengujian karakteristik aspal meliputi uji 1) Penetrasi aspal, 2) Daktilitas, 3) Kehilangan berat, 4) berat jenis, 5) titik lembek, dan 6) titik nyala dan titik bakar, dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Universitas Mataram. Proses pengujian aspal ditunjukkan dalam Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 dan 9. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7 dan Tabel 8.



**Gambar 4.** Pengujian Penetrasi Aspal

**Tabel 3.** Hasil pengujian penetrasi aspal

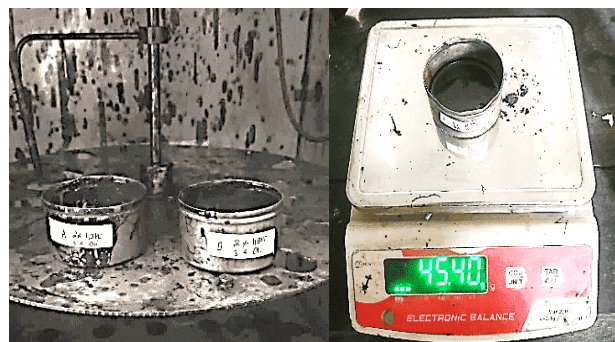
Pengujian	Bahan Modifikasi	Nilai (0,1 mm)
Aspal Pen 60/70	Murni	63,5
Aspal Ekstraksi Asbuton	Murni	23,63
Aspal Ekstraksi Asbuton + oli bekas 5%	HDPE 0%	61,50
	HDPE 2%	56,00
	HDPE 4%	56,25
	HDPE 6%	68,13
Aspal Ekstraksi Asbuton + HDPE 2%	oli bekas 0%	10,00
	oli bekas 3%	35,50
	oli bekas 5%	56,25
	oli bekas 7%	70,00



**Gambar 5.** Pengujian Daktilitas Aspal

**Tabel 4.** Hasil pengujian daktilitas aspal

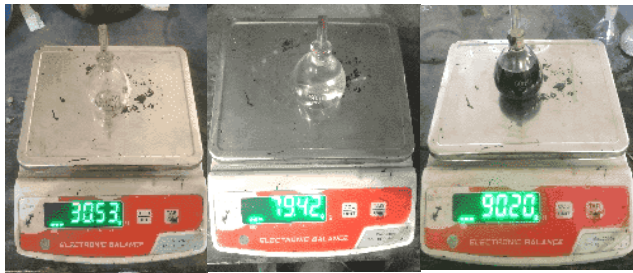
Pengujian	Bahan Modifikasi	Nilai (cm)
Aspal Pen 60/70	Murni	149,10
Aspal Ekstraksi Asbuton	Murni	2,05
Aspal Ekstraksi Asbuton + oli bekas 5%	HDPE 0%	14,50
	HDPE 2%	10,60
	HDPE 4%	10,10
	HDPE 6%	9,55
Aspal Ekstraksi Asbuton + HDPE 2%	oli bekas 0%	1,40
	oli bekas 3%	10,70
	oli bekas 5%	10,60
	oli bekas 7%	8,75



**Gambar 6.** Pengujian Kehilangan Berat Aspal

**Tabel 5.** Hasil pengujian kehilangan berat aspal

Pengujian	Bahan Modifikasi	Nilai (%)
Aspal Pen 60/70	Murni	0,29
Aspal Ekstraksi Asbuton	Murni	0,00
Aspal Ekstraksi Asbuton + oli bekas 5%	HDPE 0%	0,00
	HDPE 2%	0,00
	HDPE 4%	0,00
	HDPE 6%	0,09
Aspal Ekstraksi Asbuton + HDPE 2%	oli bekas 0%	0,00
	oli bekas 3%	0,00
	oli bekas 5%	0,00
	oli bekas 7%	0,00



**Gambar 7.** Pengujian Berat Jenis Aspal

**Tabel 6.** Hasil pengujian berat jenis aspal

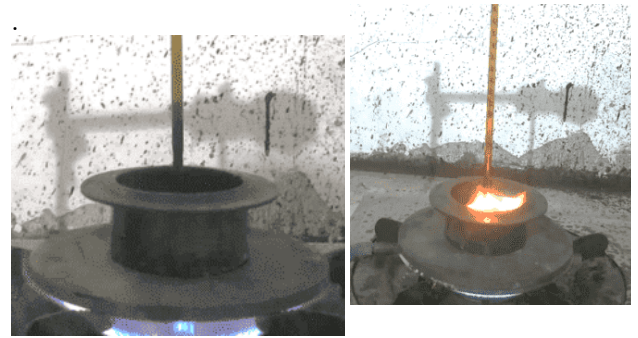
Pengujian	Bahan Modifikasi	Nilai (gr/cm <sup>3</sup> )
Aspal Pen 60/70	Murni	1,04
Aspal Ekstraksi Asbuton	Murni	1,59
Aspal Ekstraksi Asbuton + oli bekas 5%	HDPE 0%	1,53
	HDPE 2%	1,52
	HDPE 4%	1,51
	HDPE 6%	1,50
Aspal Ekstraksi Asbuton + HDPE 2%	oli bekas 0%	1,54
	oli bekas 3%	1,53
	oli bekas 5%	1,52
	oli bekas 7%	1,50



**Gambar 8.** Pengujian titik lembek Aspal

**Tabel 7.** Hasil pengujian titik lembek aspal

Pengujian	Bahan Modifikasi	Nilai (°C)
Aspal Pen 60/70	Murni	53,00
Aspal Ekstraksi Asbuton	Murni	90,00
Aspal Ekstraksi Asbuton + oli bekas 5%	HDPE 0%	57,00
	HDPE 2%	74,75
	HDPE 4%	82,00
	HDPE 6%	96,09
Aspal Ekstraksi Asbuton + HDPE 2%	oli bekas 0%	95,25
	oli bekas 3%	85,00
	oli bekas 5%	74,75
	oli bekas 7%	70,25



**Gambar 9.** Pengujian titik nyala dan bakar aspal

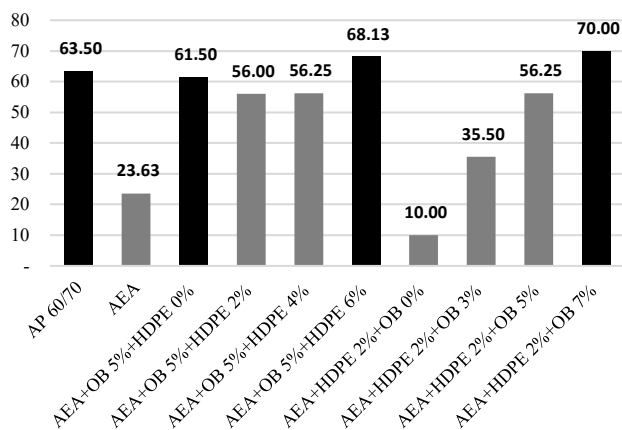
**Tabel 8.** Hasil pengujian titik nyala aspal

Pengujian	Bahan Modifikasi	Nilai (°C)
Aspal Pen 60/70	Murni	300
Aspal Ekstraksi Asbuton	Murni	180
Aspal Ekstraksi Asbuton + oli bekas 5%	HDPE 0%	178
	HDPE 2%	185
	HDPE 4%	190
	HDPE 6%	192
Aspal Ekstraksi Asbuton + HDPE 2%	oli bekas 0%	180
	oli bekas 3%	183
	oli bekas 5%	185
	oli bekas 7%	200

### 3.2. Karakteristik Aspal Modifikasi Ekstraksi Asbuton

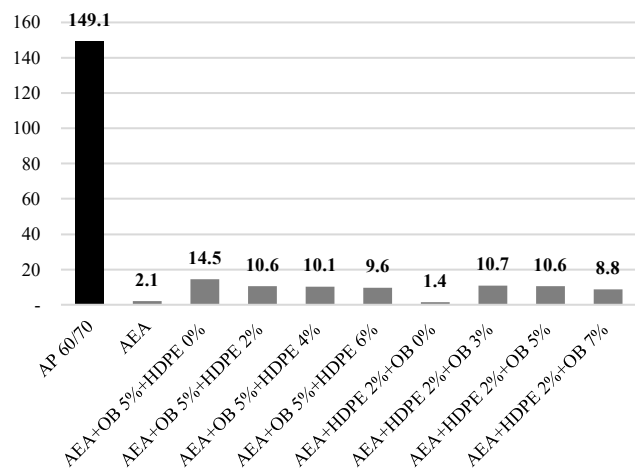
Gambar 10 menunjukkan nilai analisis hasil pengujian penetrasi 3 perlakuan dalam modifikasi aspal dalam interval penetrasi 60/70. Perlakuan tersebut adalah Aspal Ekstraksi Asbuton dengan oli bekas 5% ditambah HDPE 0% dan 6%, serta Aspal Ekstraksi Asbuton dengan HDPE 2% ditambah oli bekas 7%.

Semakin lunak aspal, maka nilai penetrasi makin tinggi. Atau, penurunan nilai penetrasi menunjukkan peningkatan kekerasan aspal [16]. Berdasarkan kecenderungan hasil yang didapat, terlihat bahwa penambahan oli bekas meningkatkan nilai penetrasi. Hal ini diakibatkan karena oli bekas dapat membuat aspal menjadi lebih lunak.



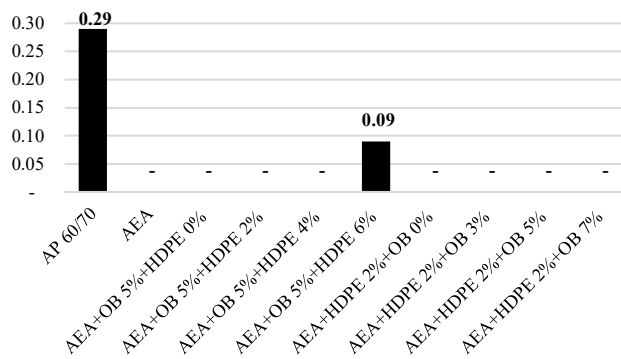
Gambar 10. Pengujian penetrasi aspal

Nilai daktilitas dapat digunakan untuk mengetahui sifat kohesi dan plastisitas aspal. Aspal mengalami retak jika memiliki nilai daktilitas yang rendah, ketika lapisan aspal mengalami perubahan suhu yang tinggi. Sifat kimia aspal (susunan senyawa hidrokarbonnya) berpengaruh terhadap sifat daktilitas. Nilai daktilitas rendah jika aspal banyak mengandung senyawa parafin dengan rantai panjang [14]. Semakin kecil nilai daktilitas aspal menunjukkan pengurangan kelenturannya atau semakin getas [17]. Hasil pada Gambar 11 menunjukkan karakteristik aspal ekstraksi Asbuton yang sangat getas sehingga kohesinya kurang. Dapat dilihat pada Gambar 11 nilai daktilitas maksimal 14,5 cm jauh di bawah persyaratan untuk campuran aspal (minimal 100 cm). Dibandingkan dengan aspal minyak penetrasi 60/70.



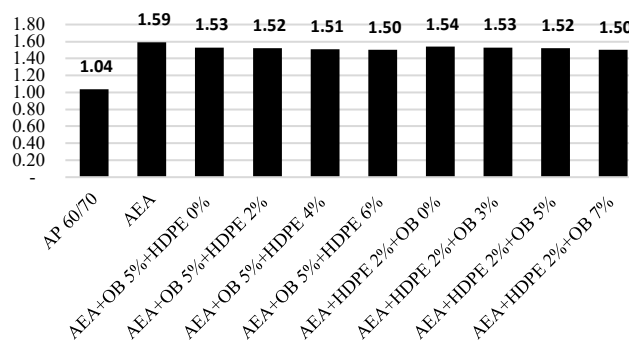
Gambar 11. Pengujian daktilitas aspal

Kehilangan berat dipengaruhi oleh pemanasan berulang. Penurunan berat aspal adalah parameter untuk mengetahui kualitas aspal. Aspal yang kualitasnya baik mengalami penurunan berat kurang dari 0,8% [14]. Karakteristik aspal ekstraksi Asbuton menunjukkan dominan unsur yang bersifat tidak menguap. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12, dimana nilai kehilangan berat aspal sangat rendah, jauh di bawah aspal pen 60/70.



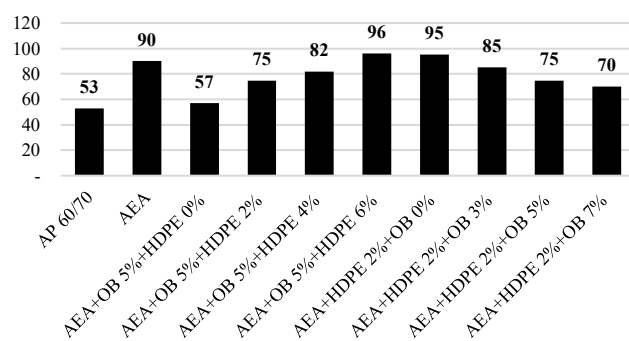
Gambar 12. Pengujian kehilangan berat aspal

Berat jenis aspal ekstraksi Asbuton Gambar 13 menunjukkan bahwa seluruh variasi modifikasi memenuhi persyaratan aspal sebagai bahan perkerasan. Hasil ini kemungkinan disebabkan belum sempurnanya pemisahan aspal dengan mineral halus pada Asbuton.



Gambar 13. Pengujian berat jenis aspal

Sama halnya dengan berat jenis, untuk titik lembek aspal pada Gambar 14 menunjukkan bahwa seluruh variasi modifikasi juga memenuhi persyaratan aspal sebagai bahan perkerasan.

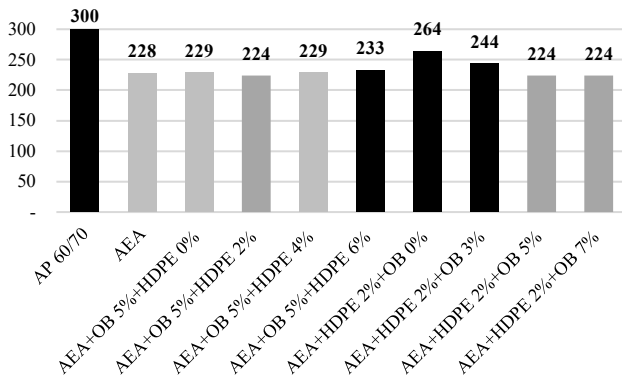


Gambar 14. Pengujian titik lembek aspal

Temperatur di mana aspal mulai menyala dapat diketahui dari hasil pengujian titik nyala. Demikian juga untuk titik bakar aspal yang menyatakan temperatur dimana aspal mulai terbakar. Data ini dibutuhkan sebagai informasi dalam proses pencampuran terkait keselamatan dalam bekerja [18]. Hasil uji modifikasi aspal ekstraksi Asbuton untuk titik nyala dan titik bakar ditunjukkan pada Gambar 15 dan Gambar 16.

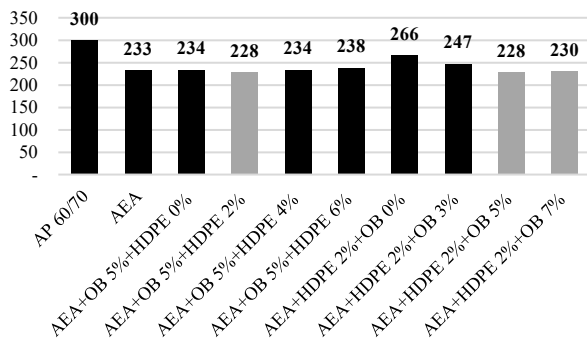


Karakteristik aspal ekstraksi Asbuton modifikasi untuk titik nyala pada Gambar 15, menunjukkan sifat lebih mudah menyala dibandingkan dengan aspal pen 60/70. Berdasarkan persyaratan minimum, hanya 3 variasi yang memenuhi persyaratan sebagai bahan perkerasan jalan yaitu modifikasi 5%OB+6% HDPE, 2%HDPE+0%OB dan 2%HDPE+3%OB.



Gambar 15. Pengujian titik nyala aspal

Sedangkan titik bakar (Gambar 16) aspal ekstraksi Asbuton modifikasi dominan memenuhi persyaratan meskipun menunjukkan sifat lebih mudah menyala dibandingkan dengan aspal pen 60/70. Hanya 3 variasi yang belum memenuhi persyaratan sebagai bahan perkerasan jalan yaitu modifikasi 5%OB+2%HDPE, 2%HDPE+5%OB dan 2%HDPE+7%OB.



Gambar 16. Pengujian titik bakar aspal

### 3.3. Kinerja Aspal Modifikasi Ekstraksi Asbuton Terhadap Aspal Minyak Penetrasi 60/70

Rekapitulasi hasil analisis pada Gambar 17 menunjukkan bahwa aspal hasil ekstraksi Asbuton tidak memenuhi persyaratan dalam hal penetrasi, daktilitas, titik nyala dan bakar. Namun modifikasi dengan penambahan oli bekas 5% dan 7%, serta HDPE 2% dan 6%, dapat memperbaiki penetrasinya. Beberapa variasi modifikasi (5% dan 7%, serta HDPE 2% dan 6%) juga dapat meningkatkan temperatur titik nyala dan titik bakar. Titik nyala dan titik bakar yang rendah menunjukkan aspal tersebut mudah dan cepat terbakar sehingga berpengaruh pada saat pelaksanaan pencampuran. Sedangkan daktilitas tidak dapat diperbaiki dengan seluruh variasi komposisi modifier (oli bekas dan HDPE), sehingga tetap tidak memenuhi persyaratan. Duktilitas yang dihasilkan rendah, artinya aspal tidak mempunyai sifat kohesi yang baik. Hasil

tersebut menunjukkan bahwa perbaikan kinerja aspal hasil ekstraksi Asbuton belum mendapatkan hasil yang optimal.

Variasi Proporsi	Pengujian						
	Penetrasi aspal	Daktilitas aspal	Kehilangan berat aspal	Berat jenis aspal	Titik lembek aspal	Titik nyala aspal	Titik Bakar
AP 60/70	█	█	█	█	█	█	█
AEA	█	█	█	█	█	█	█
AEA+OB 5%+HDPE 0%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+OB 5%+HDPE 2%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+OB 5%+HDPE 4%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+OB 5%+HDPE 6%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+HDPE 2%+OB 0%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+HDPE 2%+OB 3%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+HDPE 2%+OB 5%	█	█	█	█	█	█	█
AEA+HDPE 2%+OB 7%	█	█	█	█	█	█	█

Gambar 17. Rekapitulasi hasil analisis pengujian aspal

Karakteristik aspal hasil ekstraksi yang dimodifikasi dengan plastik dan oli bekas, menunjukkan karakteristik terbaik pada variasi modifier 5%OB+6%HDPE. Sebagian besar karakteristik aspal terpenuhi yaitu: durabilitas (nilai penetrasi, titik lembek, kehilangan berat, kecuali nilai daktilitas); kepekaan terhadap temperatur (penetrasi, titik lembek titik nyala dan titik bakar); pengerasan dan penuaan (kehilangan berat dan penetrasi). Hanya adhesi dan kohesi tidak terpenuhi karena daktilitas rendah.

## 4. Kesimpulan

Aspal hasil ekstraksi Asbuton yang dimodifikasi dengan oli bekas dan plastic HDPE, kurang mempunyai sifat kohesi. Hal ini ditunjukkan pada nilai duktilitasnya yang rendah. Sehingga, aspal memiliki daya tahan (durabilitas) yang rendah. Daya ikat aspal kurang kuat jika dilihat dari sifat adesif dan kohesifnya yang rendah. Sehingga aspal modifikasi hasil ekstraksi dengan modifier oli bekas dan HDPE belum memenuhi syarat jika digunakan sebagai bahan campuran aspal untuk perkerasan. Peningkatan nilai daktilitas dapat dilakukan dengan meningkatkan jumlah proporsi oli bekasnya. Komposisi terbaik modifier dari hasil riset ini adalah oli bekas 5% dan HDPE 6%.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terselenggara atas bantuan dana dari LPPM Universitas Mataram melalui Hibah PNPB dengan skema Penelitian Percepatan Guru Besar Tahun 2023. Pada kesempatan ini peneliti (penulis) mengucapkan terima kasih atas dukungan dana yang diberikan.

## Daftar Pustaka

[1] I. Sumantoro, *Harga Aspal Minyak Impor Naik, Siapa*

- Peduli?*, Jakarta: Indonesiana, 2021.
- [2] S. Sumiati, M. Mahmuda, and P. Puryanto, "Keunggulan Asbuton Pracampuran dan Aspal Shell Pada Campuran Aspal Beton (Ac-Bc)", *Jurnal Poli-Teknologi*, vol. 18, no. 1, p. 53, 2019.
- [3] A. Kafabihi, B. Wedyantadji, and E.I. Imananto, "Penggunaan Aspal Buton Pada Campuran AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)", *Gelagar*, vol. 2, no. 2, p. 36, 2020.
- [4] I.D.M.A. Karyawan, R. Yuniarti, D. Widianty, H. Hasyim, and M. Wahyudi, "Performance of Asphalt Mixture with Asbuton Based on Marshall Characteristics Compacted at Hot and Cold Temperatures", *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 7, no. 4, p. 549, 2021.
- [5] H. Amri, I.D.M.A. Karyawan, and E. Ahyudanari, "Pengaruh Lama Pemeraman Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton dengan Asbuton dan Bio Aditif Gondorukem", *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 19, no. 3, p. 369, 2021.
- [6] I.D.M.A. Karyawan, H. Hasyim, D. Widianty, and R. Yuniarti, "Characteristics of Asbuton Mix Using Geopolymer Fly Ash Coarse Aggregate as a Substitute for Natural Aggregates", *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 6, p. 4156, 2023.
- [7] D. Sarwono, F.P. Pramesti, and D.P. Nuari, "Karakteristik Ekstrak Asbuton dengan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Peremaja Oli Bekas dan Karakteristik Penambahan Ekstrak Asbuton Emulsi pada Aspal Penetrasi 60/70 Sebagai Modifikasi Bitumen (Semarbut Aspal Tipe III)", *Matriks Teknik Sipil*, vol. 6, no. 2, p. 247, 2018.
- [8] Susianto, A. Altway, T. Christianto, Nurcholis, and H. Lathifah, "Proses Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Pertasol", *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono IX*, p. 6, 2012.
- [9] A. Dwijatmiko, A.A. Sony, and A. Altway, "Pengaruh Temperatur terhadap % Recovery Bitumen pada Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Hot Water Process", *Jurnal Teknik ITS*, vol. 6, no. 2, p. 12–14, 2017.
- [10] E.W. Indriyati, "Kajian Perbandingan Penggunaan Aspal Modifikasi Asbuton Dan Asphalt Rubber (Ar) untuk Infrastruktur Jalan", *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 14, no. 2, p. 94, 2018.
- [11] E. Ahmadinia, M. Zargar, M.R. Karim, M. Abdelaziz, and P. Shafigh, "Using waste plastic bottles as additive for stone mastic asphalt", *Materials & Design*, vol. 32, no. 10, p. 4844, 2011.
- [12] I. Susanto and N. Suaryana, "Evaluasi Kinerja Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Kresek", *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 17, no. 2, p. 27, 2019.
- [13] B. Amanda, "7 Jenis Plastik dari LDPE, PETE, HDPE, PVC, PP dan Macam lainnya", *Waste Management*, 2018, <https://waste4change.com/blog/7-types-plastic-need-know/>, accessed on April 14, 2023.
- [14] J. Rangkang, F. Sondakh, and E. Saerang, "Pengaruh Pemanasan Berulang Terhadap Sifat Fisis Aspal" *Seminar Hasil Penelitian Terapan 2013*, no. 1, p. 1, 2013.
- [15] M.S.D. Diharjo, "Analisis Perbandingan Kadar Bitumen dan Kadar Air di Tambang a Dan F Pada Pt. Wika Bitumen Buton Sulawesi Tenggara", *Jurnal. Geomine*, vol. 5, no. 1, p. 29, 2017.
- [16] U. Hasanuddin and E.W. Indriyati, "Analisis Indeks Penetrasi Aspal dengan Penambahan Asbuton Murni", *Jurnal Teknik*, no. 11, p. 4, 2017.
- [17] D. Widianty, A. Karyawan, and R. Kurniati, "Pengaruh Penambahan Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Aspal", *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, vol. 2, no. 1, pp. 67, 2018.
- [18] G.N.I.P. Pratama and A.M. Yusuf, "Uji Titik Nyala Dan Titik Bakar Semarbut Aspal Tipe 4 Berdasarkan Sni 2433:2011", *Inersia*, vol. 15, no. 1, p. 62, 2019.