

ANALISIS KARAKTERISTIK MATERIAL BITUMEN PENETRASI 60/70 DENGAN VARIASI PLASTIK DI RUAS JALAN DILI, TIMOR-LESTE

Divia Vicente Noronha¹, Anang Bakhtiar², Ita Suhermin Ingsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 22001051134@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: anang.bakhtiar@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: ita.suhermin@unisma.ac.id

ABSTRACT

High traffic volumes often accelerate the deterioration of road conditions, leading to structural issues such as cracks, rutting, surface waves, and other types of damage. One approach commonly applied to enhance asphalt quality is by incorporating adaptive materials like plastic. This study employed an experimental method, with performance evaluated through Marshall test parameters including stability, flow, VIM, VFA, VMA, and Marshall Quotient (MQ). The test results of plastic waste (kresek) incorporated into asphalt concrete wearing course (AC-WC) indicated a specific gravity of 0.915 g/cm³ and a melting point of 110 °C. For the asphalt concrete wearing course without additives, the optimum asphalt content (OAC) was found to be 5.49%, with stability of 1,194.89 kg, flow of 3.63 mm, VIM of 4.45%, VFA of 83.71%, VMA of 17.36%, and an MQ value of 329.17 kg/mm. Meanwhile, the mixture with plastic waste showed an optimum plastic content of 2.48%, producing a stability of 1,287.41 kg, flow of 2.78 mm, VIM of 4.12%, VFA of 73.34%, VMA of 16.93%, and an MQ of 463.10 kg/mm.

Keywords: *Asphalt, plastik, marshall quotient*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah penduduk di Kota Dili, Timor-Leste dalam sepuluh tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang sangat cepat. Sejalan dengan itu, mobilitas masyarakat pun semakin tinggi sehingga arus kendaraan, termasuk kendaraan berat, semakin padat di jalan raya. Jalan sebagai salah satu infrastruktur transportasi berperan sebagai penunjang aktivitas sehari-hari masyarakat. Tingginya intensitas pergerakan penduduk tersebut, diperlukan peningkatan kapasitas maupun kualitas jaringan jalan yang mampu memenuhi kebutuhan publik serta menyesuaikan dengan kondisi temperatur permukaan jalan yang cukup tinggi dan curah hujan juga merupakan beberapa penyebab kerusakan pada kekerasan aspal di Timor-Leste. Husein menjelaskan bahwa beban lalu lintas yang padat akan berdampak pada menurunnya mutu jalan.

Gejala tersebut dapat terlihat melalui berbagai kerusakan, antara lain retak pada perkerasan, terbentuknya alur roda, gelombang permukaan (*corrugation*), kerusakan jebol, dan jenis kerusakan lain. [1].

Jalan yang dilalui kendaraan dengan volume besar secara terus-menerus umumnya akan mengalami degradasi kualitas. Indikasi penurunan ini dapat diamati melalui kerusakan pada permukaan, baik dalam aspek kekuatan struktur maupun kelancaran fungsi jalan [2].

Peningkatan kualitas perkerasan jalan, terdapat sejumlah faktor yang perlu menjadi perhatian utama. Kualitas agregat yang digunakan sangat menentukan kekuatan serta daya tahan perkerasan, karena agregat berfungsi sebagai kerangka utama dalam struktur jalan. Selain itu, metode pelaksanaan yang tepat juga berpengaruh terhadap hasil akhir, mengingat kesalahan dalam proses pengerjaan dapat mengurangi umur rencana

jalan. Mutu aspal yang digunakan tidak kalah penting, sebab aspal berfungsi sebagai pengikat yang menjaga kestabilan campuran perkerasan. Kualitas aspal dapat ditingkatkan melalui penambahan material aditif seperti polimer, plastik, maupun arang, sehingga disebut sebagai aspal modifikasi. Penggunaan bahan tambah berupa plastik diharapkan dapat meningkatkan karakteristik fisik aspal, khususnya dalam hal ketahanan dan stabilitas. Aspal dengan tambahan plastik diyakini memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan aspal konvensional, seperti aspal penetrasi 60/70.

Pemakaian limbah plastik pada bidang perkerasan jalan umumnya dilakukan dengan menambahkannya ke dalam campuran aspal guna meningkatkan kualitasnya. Penelitian yang dilakukan oleh Al-Hadidy, misalnya, menggunakan Low Density Polyethylene (LDPE) dengan variasi campuran 0%, 1%, 3%, 5%, dan 7%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan LDPE mampu meningkatkan nilai stabilitas pada campuran perkerasan jalan [3].

Menurut hasil penelitian Asrar, pencampuran plastik pada aspal terbukti dapat memperbaiki sifat-sifat fisik aspal. Uji Marshall yang dilakukan menunjukkan bahwa penambahan plastik dengan kadar maksimal 3% berkontribusi pada peningkatan stabilitas, berat isi, kepadatan agregat padat (CAD), dan Marshall Quotient dalam campuran HRA [4]. Seiring dengan meningkatnya kadar plastik yang ditambahkan ke dalam campuran aspal, hasil uji jejak roda menunjukkan adanya penurunan nilai deformasi permanen. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya stabilitas dinamis campuran perkerasan.

Pembangunan infrastruktur jalan raya merupakan salah satu aspek vital dalam pengembangan sebuah negara, termasuk di Timor-Leste yang merupakan negara yang sedang berkembang. Kota Dili sebagai ibukota negara Timor-Leste memiliki peran strategis dalam pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat, sehingga kualitas infrastruktur jalannya perlu mendapat perhatian khusus. Kondisi geografis dan iklim di Timor-Leste yang beriklim tropis dengan suhu udara yang relatif tinggi, serta beban lalu lintas yang terus

meningkat, memberikan tantangan tersendiri dalam pemilihan material perkerasan jalan yang tepat. Aspal dengan penetrasi 60/70 merupakan salah satu jenis material yang umum digunakan dalam konstruksi jalan di kawasan dengan karakteristik iklim tropis. Penggunaan aspal penetrasi 60/70 di ruas jalan Dili perlu dikaji lebih mendalam untuk memastikan kesesuaiannya dengan kondisi lokal Timor Leste, beban lalu lintas yang melintas, sumber daya lokal.

Permasalahan yang sering muncul pada konstruksi jalan di Dili seperti kerusakan dini, deformasi, dan retak-retak memerlukan kajian mendalam tentang karakteristik material aspal yang digunakan. Analisis terhadap material aspal 60/70 menjadi penting untuk Mengevaluasi kinerja material dalam kondisi actual, Mengoptimalkan campuran aspal yang digunakan, Meningkatkan durabilitas konstruksi jalan, Mengefisienkan biaya pemeliharaan jalan. Maka berkaitan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian: Analisis Material Aspal Dengan Karakteristik 60/70 Di Ruas Jalan Dili Timor-Leste.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai berat jenis material plastik pada campuran Aspal beton AC-WC?
2. Berapa nilai presentase Aspal Pen 60/70 yang optimum (KAO) pada campuran aspal beton lapisan aus?
3. Berapa nilai kadar plastik optimum (KPO) pada campuran aspal beton lapisan aus berdasarkan kadar aspal optimum (KAO)?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui nilai berat jenis material plastik pada campuran Aspal beton AC-WC.
2. Mengetahui nilai presentase Aspal Pen 60/70 yang optimum (KAO) pada campuran aspal beton lapisan aus.
3. Mengetahui nilai kadar plastik optimum (KPO) pada campuran aspal beton lapisan aus berdasarkan kadar aspal optimum (KAO).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

Sebagian besar bitumen yang digunakan dalam aspal untuk konstruksi jalan adalah

bitumen 60/70. Nama lengkapnya adalah bitumen penetration grade 60/70 dan merupakan salah satu jenis bitumen yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Bitumen 60/70, yang juga disebut sebagai aspal mutu perkerasan jalan, bekerja dengan baik di hampir setiap aplikasi. Aspal dengan kualitas ini dinilai layak untuk digunakan dalam pembangunan jalan, mengingat mampu beradaptasi terhadap variasi suhu ekstrem mulai dari -22 °C hingga +76 °C [5].

Bitumen dengan tingkat penetrasi, yang juga dikenal sebagai aspal dengan tingkat pengerasan jalan, khusus untuk konstruksi jalan dalam berbagai kondisi lingkungan. Tingkat aspal ini dinamai berdasarkan tingkat kekerasan dan konsistensinya, yang mengarah pada klasifikasi aspal dalam berbagai tingkat dari 30 hingga 120 [5]. Tujuan utama pemeringkatan bitumen berdasarkan penetrasi adalah untuk menentukan kesesuaiannya untuk digunakan dalam berbagai metode konstruksi dan dalam kondisi iklim yang berbeda. Uji penetrasi dilakukan untuk menunjukkan kekerasan aspal. Jika angka yang dicapai tinggi, aspal yang diuji lunak. Itu berarti jarum telah menembus lebih dalam [5].

Proses dan hasil pemeriksaan bahan aspal dibuat sesuai dengan spesifikasi pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Parameter Kelas Aspal 60/70

No	Karakteristik	Metode	Kriteria
1	Penetrasi 25°C (0,1 mm)	AASHTO T-49-80	60/70
2	Berat jenis aspal	AASHTO T-228-79	≥ 1
3	Ductility °C (cm)	AASHTO T51-81	≥ 100
4	Titik nyala (°C)	AASHTO T48-13	≥ 232
5	Titik Bakar	AASHTO T-53-89	-
6	Titik lembek (°C)	AASHTO T-209	≥ 48
7	Kehilangan berat (%)		≤ 0,8

Sumber: [6], [7], [8], [9], [10], [11]

Metode pengujian material agregat dan abu batu dalam penelitian menggunakan pendekatan AASHTO dan ASTM.

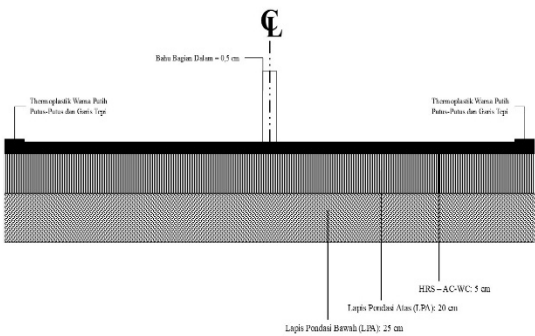
Tabel 2 Metode Pengujian Agregat dan Abu Batu

No	Jenis Pengujian	Metode		Syarat	
		A. Kasar	A. Halus	A. Kasar	A. Halus
1	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat (g/cc)	ASTM C 127-07	ASTM C 128-22	≥ 2,5	≥ 2,5
2	Berat Isi Agregat (g/cm³)	AASHTO T-19-80	-	-	-
3	Keausan Agregat	AASHTO T-96-20	-	≤ 8	-
4	Analisis Saringan Agregat	AASHTO T-27-82	-	-	-
5	Bahan Lolos Saringan No 200 (%)	ASTM C117:2012	-	≤ 10	≤ 1

3. METODE PENELITIAN

3.1 Rencana Penelitian

Rencana yang digunakan dalam penelitian ini di lokasi Jalan Rua de Lesibutak II Dili Timor-leste dan lokasi yang akan test aspal 60/70 yaitu di kantor laboratorium Obras publika DNPD-MOP. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, di mana perlakuan dilakukan dengan memvariasikan persentase kadar plastik kresek dalam campuran. Variasi komposisi tersebut disusun secara sistematis dan disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisis hasil pengujian.



Gambar 1. Potongan Melintang Ruas Jl. Rua de Lesibutak II

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan dalam penelitian menggunakan rancangan eksperimen, yaitu dengan memberikan variasi persentase kadar plastik jenis kresek sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

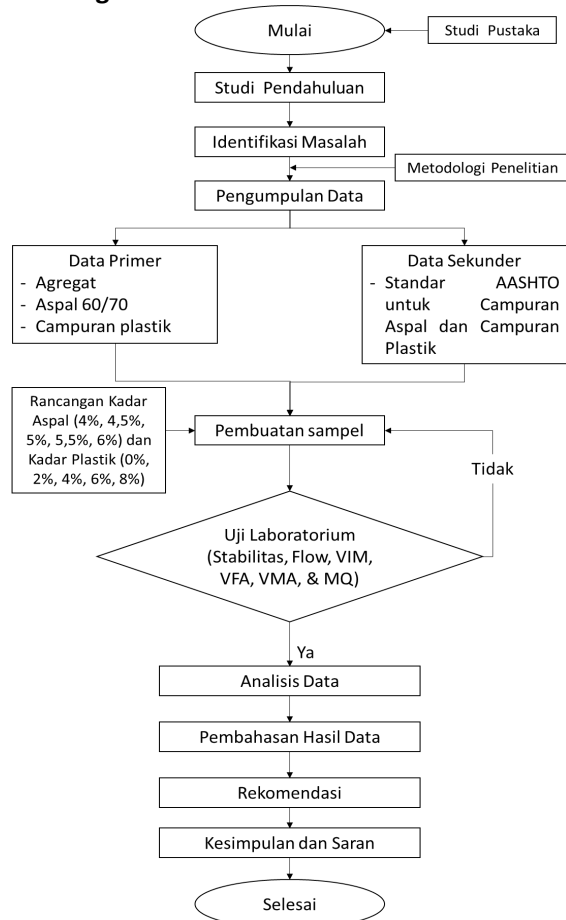
Tabel 3 Rancangan Kadar Aspal

Rencana Kadar Aspal	Benda Uji	Total Benda Uji
4,0%	3	15
4,5%	3	
5,0%	3	
5,5%	3	
6,0%	3	

Tabel 4 Rancangan Persentase Kresek

Rencana Penambahan Kadar Kresek dalam KAO	Benda Uji	Total Benda Uji
0%	3	15
2%	3	
4%	3	
6%	3	
8%	3	

3.3 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.4 Analisis Data

Metode diagram pita dilakukan dengan memplot parameter uji Marshall, yaitu stabilitas, flow, VIM, VFA, VMA, dan MQ, pada sumbu Y terhadap variasi kadar aspal pada sumbu X. Dari hasil plot tersebut, kadar aspal optimum (KAO) diperoleh ketika seluruh parameter memenuhi kriteria. Cara yang sama diterapkan untuk mencari proporsi plastik kresek, yakni dengan memplot parameter uji Marshall pada sumbu Y terhadap variasi proporsi limbah yang digunakan pada sumbu X. Data yang diolah mencakup stabilitas, flow, VIM, VFA, VMA, dan MQ.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Agregat

Material dalam penelitian meliputi agregat kasar dan agregat halus. Seluruh pengujian agregat dilakukan di laboratorium untuk memperoleh data mengenai sifat fisik masing-masing jenis agregat.

Tabel 5 Pengujian Agregat

No	Jenis Pengujian	Syarat	Agregat	
			Halus	Kasar
1	Berat Jenis (<i>Bulk</i>) (g/cc)	$\geq 2,5$	2,73	2,6
2	Berat jenis kering permukaan jenuh (g/cc)	$\geq 2,5$	2,77	2,66
3	Penyerapan (<i>Absorpsi</i>) (%)	≤ 3	1,42	2,4
4	Berat isi agregat (g/cm ³)	-	1,69	1,45
5	Material lolos ayakan No 200 (%)	≤ 10	9,99	-
6	Keausan agregat (100 putaran) (%)	≤ 8	-	4,12

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan Tabel 5, hasil pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar menunjukkan bahwa parameter keseluruhan parameter uji kedua jenis agregat telah memenuhi syarat ditentukan.

Pengujian saringan agregat kasar dan agregat halus berdasarkan pada metode pengujian AASHTO T-27-82.

Tabel 6 Pengujian Saringan Agregat

Ukuran Saringan	Spesifikasi (% Lolos)	Agregat (% Lolos)	
		Halus	Kasar
1" (25 mm)		100	100
3/4" (19 mm)	100	100	100
1/2" (12,5 mm)	90-100	100	72,87
3/8" (9,5 mm)	77-90	100	10,48
No.4 (4,75 mm)	53-69	96,9	0,27
No.8 (2,36 mm)	33-53	75,37	0,22
No.16 (1,18 mm)	21-40	54,16	0,19
No.30 (0,6 mm)	14-30	33,77	0,18
No.50 (0,30 mm)	9-22	23,32	0,17
No.100 (0,15 mm)	6-15	13,93	0,13
No.200 (0,075 mm)	4-9	6,01	0,08
pan	0	0	0

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan Tabel 6 pengujian saringan agregat kasar dari berat sampel agregat kasar didapatkan bahwa agregat kasar mulai tertahan pada saringan ukuran $1/2"$ (12,5 mm) dan terus tertahan pada ukuran saringan No. 200 (0,075 mm). Hasil tersebut menjelaskan bahwa semakin kecil ukuran saringan semakin banyak pula agregat kasar yang tertahan. Pengujian saringan agregat halus didapatkan bahwa agregat halus mulai tertahan pada ukuran saringan No. 4 (4,75 mm) hingga pada ukuran saringan No. 200 (0,075 mm).

4.2 Pemeriksaan Abu Batu

Pengujian terhadap abu batu dilakukan untuk memastikan bahwa material tersebut memenuhi persyaratan sehingga layak digunakan sebagai benda uji. Hasil pemeriksaan

abu batu dengan jenis pemeriksaan berat jenis (*bulk*) didapatkan nilai 5,83 gr/cm³ lebih besar dari syarat yaitu sebesar 2,5 gr/cm³. Hasil pengujian abu batu dengan jenis pengujian berat isi didapatkan nilai 1,41 gr/cm³. Kedua jenis pemeriksaan tersebut telah memenuhi syarat sehingga abu batu dapat digunakan sebagai *filler* pada lapisan aspal beton lapisan aus (AC-WC).

Pemeriksaan abu batu juga dilakukan dengan menggunakan berbagai ukuran saringan untuk menentukan spesifikasi abu batu yang lolos ayakan. Berikut disajikan hasil pemeriksaan saringan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pemeriksaan Saringan Abu Batu

Ukuran Saringan	Spesifikasi (% Lolos)	Abu Batu
1" (25 mm)		100
3/4" (19 mm)	100	100
1/2" (12,5 mm)	90-100	100
3/8" (9,5 mm)	77-90	100
No.4 (4,75 mm)	53-69	74,31
No.8 (2,36 mm)	33-53	54,56
No.16 (1,18 mm)	21-40	39,72
No.30 (0,6 mm)	14-30	28,23
No.50 (0,30 mm)	9-22	18,15
No.100 (0,15 mm)	6-15	10,85
No.200 (0,075 mm)	4-9	4,21
p a n	0	0

Sumber: Data diolah, 2025

4.3 Pengujian Limbah Plastik (Kresek)

Pengujian limbah kresek dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan syarat berat jenis dan titik leleh sehingga dapat digunakan sebagai bahan penambah pada aspal lapis aus. Hasil pengujian limbah plastik yang digunakan memiliki berat jenis sebesar 0,915 g/cm³ dan titik leleh sebesar 110 °C. Jika dibandingkan dengan pendekatan standar AASHTO, nilai berat jenis tersebut berada dalam rentang ideal, yaitu antara 0,90 hingga 0,94 g/cm³. Rentang ini dianggap sesuai karena mendekati berat jenis aspal, sehingga dapat terjadi pencampuran yang homogen dalam campuran aspal panas (*hot mix asphalt*). Titik leleh plastik sebesar 110 °C tergolong memenuhi syarat, mengingat suhu pencampuran dalam pekerjaan aspal menurut AASHTO M 320 umumnya berada pada kisaran < 170 °C. Rendahnya titik leleh membuat plastik dapat meleleh secara optimal dan menyatu dalam campuran tanpa menyebabkan

kerusakan struktur campuran. Oleh karena itu, secara teknis, limbah plastik dengan karakteristik tersebut dinilai layak digunakan dalam campuran aspal beton lapis aus (AC-WC).

4.4 Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian adalah aspal penetrasi 60/70, yang sebelumnya diuji sifat fisiknya di laboratorium. Proses pengujian aspal dilakukan pada temperatur 25 °C untuk mendapatkan data karakteristik material.

Tabel 8 Pengujian Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Penetrasi	60/70	66,7
2	Berat jenis (g/cm ³)	≥ 1	1,11
3	Daktalitas (cm)	≥ 100	116
4	Titik nyala (°C)	≥ 232	307
5	Titik bakar (°C)	-	322
6	Titik lembek (°C)	≥ 48	49,5
7	Kehilangan berat (%)	≤ 0,8	0,4

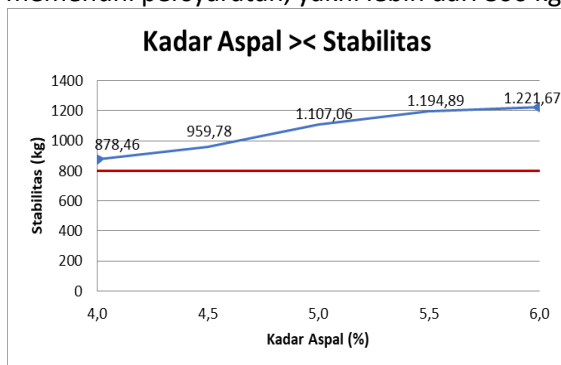
Sumber: Data diolah, 2025

Hasil pengujian penetrasi aspal mendapatkan nilai penetrasi 66,7 yang mana nilai tersebut telah memenuhi spesifikasi penetrasi aspal yang ditetapkan yaitu 60/70. pengujian berat jenis aspal didapatkan nilai pemeriksaan sebesar 1,11 g/cm³ lebih besar dari syarat yaitu ≥ 1 g/cm³. Pengujian daktalitas aspal didapatkan nilai pemeriksaan sebesar 116 cm lebih besar dari syarat yaitu ≥ 100 cm. Pengujian titik nyala aspal dan titik bakar aspal didapatkan suhu titik nyala 307°C dan suhu titik bakar 322°C. Suhu titik nyala aspal lebih besar dari standar yang ditetapkan yaitu ≥ 232°C yang dapat dimaknai bahwa titik nyala aspal telah memenuhi syarat. Pengujian titik lembek aspal didapatkan suhu titik lembek 49,5°C lebih besar dari standar yang ditetapkan yaitu ≥ 48°C yang dapat dimaknai bahwa titik nyala aspal telah memenuhi syarat. Pemeriksaan kehilangan berat aspal didapatkan persentase kehilangan berat aspal sebesar 0,40% lebih kecil dari standar yang ditetapkan yaitu ≤ 0,8% yang dapat dimaknai bahwa kehilangan berat aspal telah memenuhi syarat.

4.5 Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC)

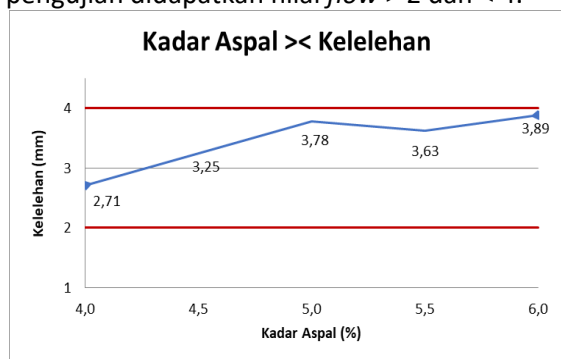
Hasil uji karakteristik untuk masing-masing parameter ditunjukkan pada Gambar 3-8. Nilai

stabilitas menggambarkan kemampuan lapisan perkerasan dalam menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi berupa alur, bekas roda, gelombang, maupun bleeding. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa nilai stabilitas campuran AC-WC secara keseluruhan masih memenuhi persyaratan, yakni lebih dari 800 kg.



Gambar 3. Kadar Aspal Terhadap Stabilitas

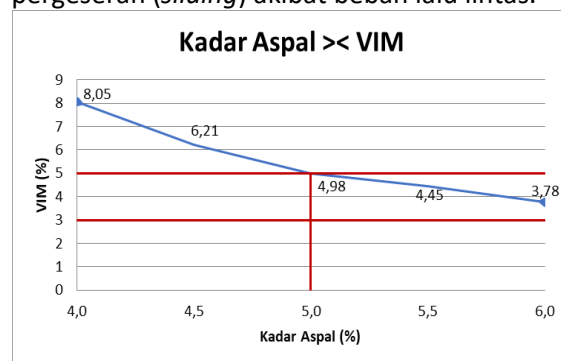
Nilai kelelahan berfungsi untuk menunjukkan besarnya deformasi atau penurunan yang dialami campuran setelah dipadatkan ketika menerima beban di atasnya. Parameter ini sekaligus digunakan sebagai indikator tingkat kelenturan suatu perkerasan, sehingga semakin besar nilai kelelahan menunjukkan semakin tinggi fleksibilitas perkerasan terhadap beban lalu lintas. Hasil pengujian didapatkan nilai *flow* > 2 dan < 4.



Gambar 4. Kadar Aspal Terhadap Kelelahan

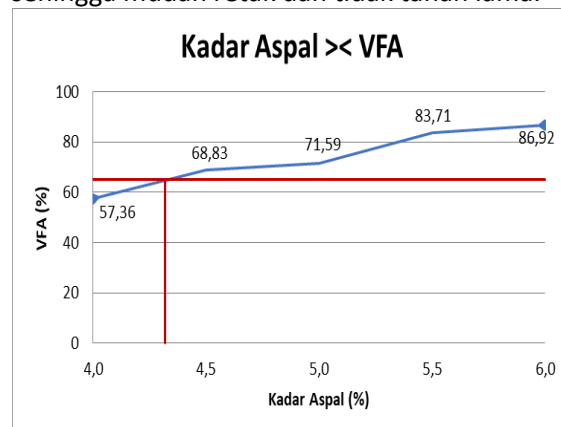
Rongga udara dalam campuran (*Void in the Mix/VIM*) menunjukkan persentase volume rongga yang terdapat pada campuran. Nilai VIM berpengaruh terhadap tingkat kekedapan campuran. Apabila nilai VIM terlalu besar, campuran menjadi kurang rapat sehingga lebih mudah dimasuki air dan udara yang dapat mempercepat proses oksidasi. Sebaliknya, apabila nilai VIM terlalu kecil, campuran menjadi terlalu padat dan kaku, sehingga

berpotensi menimbulkan bleeding akibat naiknya aspal ke permukaan maupun terjadinya pergeseran (*sliding*) akibat beban lalu lintas.



Gambar 5. Kadar Aspal Terhadap VIM

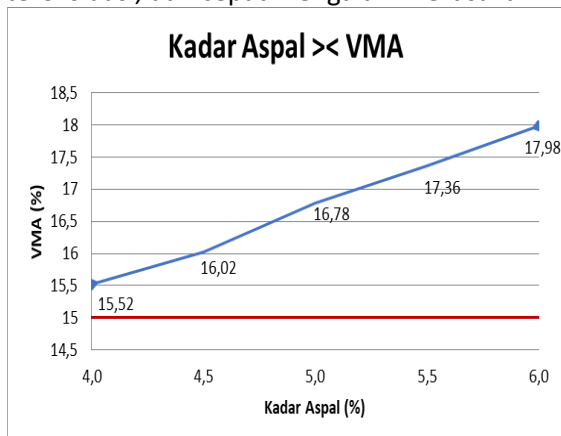
Hasil uji kadar aspal terhadap volume rongga yang terisi aspal (VFA) bertujuan untuk mengukur tingkat kekedapan air dan udara pada suatu campuran. Berdasarkan spesifikasi, nilai VFA harus memenuhi syarat $\geq 65\%$. Peningkatan nilai VFA mengindikasikan bahwa rongga pada campuran menjadi lebih rapat sehingga sulit ditembus air maupun udara. Namun, apabila nilai VFA terlalu tinggi, campuran berisiko mengalami bleeding. Sebaliknya, jika nilai VFA berada di bawah syarat, campuran menjadi kurang kedap sehingga mudah retak dan tidak tahan lama.



Gambar 6. Kadar Aspal Terhadap VFA

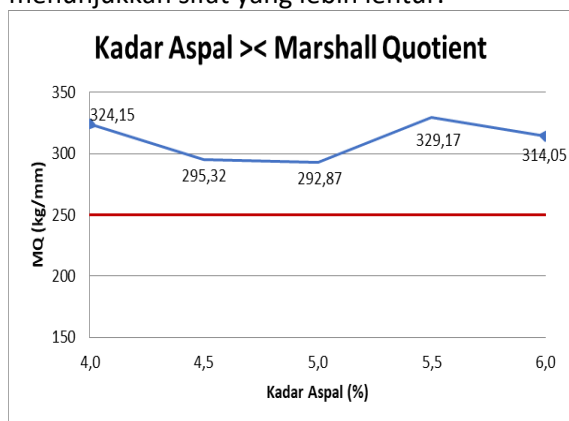
Rongga udara dalam agregat (VMA) didefinisikan sebagai persentase volume pori yang terletak di sela-sela butir agregat dalam campuran beraspal. Berdasarkan hasil pengujian, nilai VMA yang diperoleh memenuhi persyaratan, yaitu > 15%. Nilai VMA yang rendah menyebabkan keterbatasan aspal dalam melapisi agregat, sehingga kekuatan ikatan antar agregat menurun. Hal ini membuat

lapisan perkerasan kurang tahan air, mudah teroksidasi, dan cepat mengalami kerusakan.



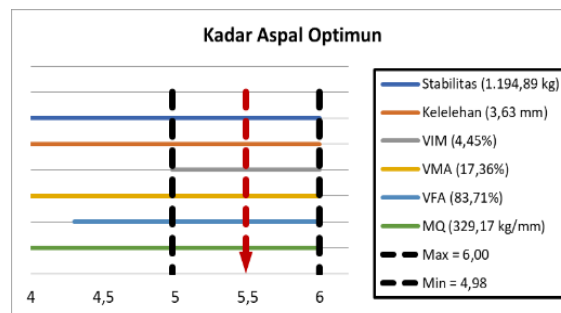
Gambar 7. Kadar Aspal Terhadap VMA

Nilai *marshall quuotient* adalah hasil bagi antara nilai stabilitas dengan nilai kelelahan (*flow*). Nilai ini merupakan indikator yang digunakan dalam menentukan tingkat kekakuan dari campuran aspal. Nilai *Marshall Quotient* dipahami sebagai indikator tingkat fleksibilitas campuran beraspal. Dari hasil pengujian diperoleh kisaran nilai sebesar 292,87 kg/mm hingga 329,17 kg/mm. Berdasarkan hasil tersebut, penggunaan kadar aspal 4,5% dan 5,0% cenderung menghasilkan campuran yang lebih kaku, sedangkan pada kadar 4,0%, 5,5%, dan 6,0% campuran menunjukkan sifat yang lebih lentur.



Gambar 8. Kadar Aspal Terhadap MQ

Secara keseluruhan, hasil uji karakteristik campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) pada berbagai variasi kadar aspal menunjukkan bahwa kadar aspal optimum (KAO) yang dicapai adalah 5,49%. Nilai tersebut telah memenuhi semua parameter Marshall yang dipersyaratkan.

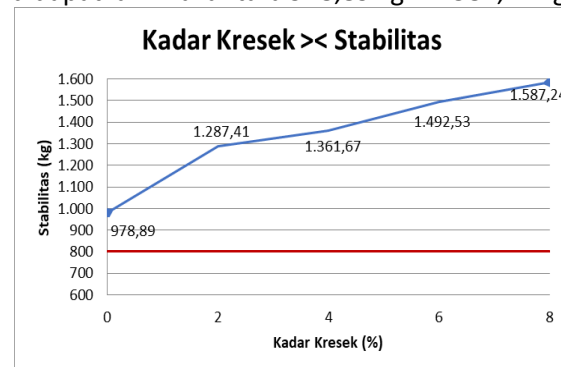


Gambar 9. Kadar Aspal Optimum (KAO)

Penelitian ini menunjukkan bahwa benda uji variasi persentase kadar aspal 5,0%, 5,5%, dan 6,0% telah memenuhi persyaratan. Dari hasil uji, kadar aspal optimum (KAO) ditetapkan pada angka 5,49%. Hasil tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Wijayanti yang menemukan nilai KAO 6,125% [12], serta penelitian Susanti yang melaporkan KAO 6,5% untuk kadar aspal 5%–7% [13].

4.6 Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) dengan Variasi Limbah Plastik (Kresek)

Karakteristik campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan variasi plastik (kresek) 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% yang ideal berdasarkan kadar aspal 5,49%. Penggunaan plastik jenis kresek dalam campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dilakukan dengan beberapa variasi persentase.pada parameter stabilitas didapatkan nilai antara 978,89 kg – 1.587,24 kg.

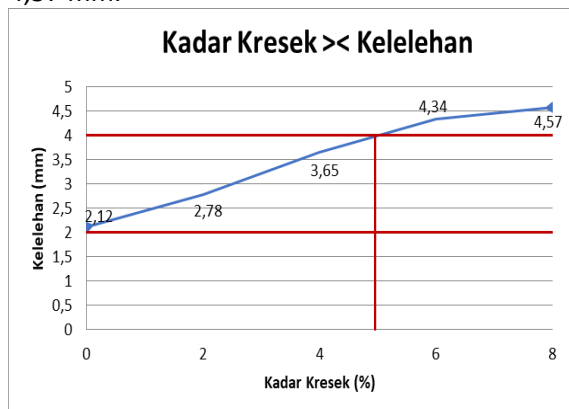


Gambar 10. Kadar Kresek dalam Campuran Aspal Terhadap Stabilitas

Penelitian ini membuktikan bahwa semakin banyak plastik kresek yang dicampurkan pada aspal beton lapis aus, maka nilai stabilitas perkerasan juga meningkat. Stabilitas campuran, baik tinggi maupun

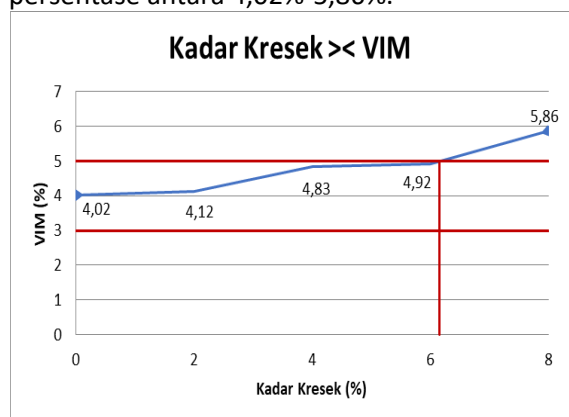
rendah, mencerminkan kemampuan lapisan perkerasan dalam menerima beban kendaraan.

Pengujian karakteristik juga dilakukan pada parameter kelelehan (*flow*). Persyarat kelelehan (*flow*) perkerasan aspal beton yang baik adalah 2 mm - 4 mm. Hasil pengujian variasi *filler fly ash* didapatkan nilai 2,12 mm - 4,57 mm.



Gambar 11. Kadar Kresek dalam Campuran Aspal Terhadap Kelelehan

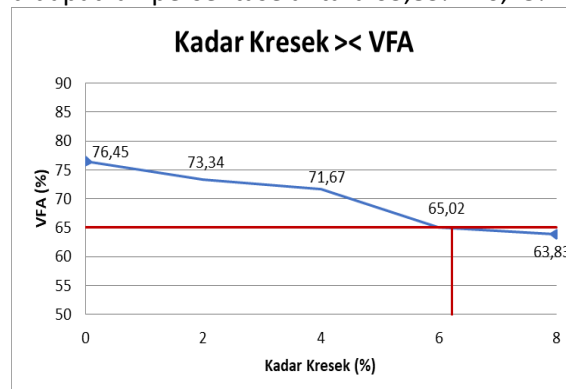
Pengujian karakteristik campuran aspal beton dengan variasi persentase plastik (kresek) dengan parameter rongga udara dalam campuran (VIM). Spesifikasi untuk parameter VIM yaitu 3%-5%. Hasil pengujian VIM dengan variasi persentase kresek didapatkan persentase antara 4,02%-5,86%.



Gambar 12. Kadar Kresek dalam campuran Aspal Terhadap VIM

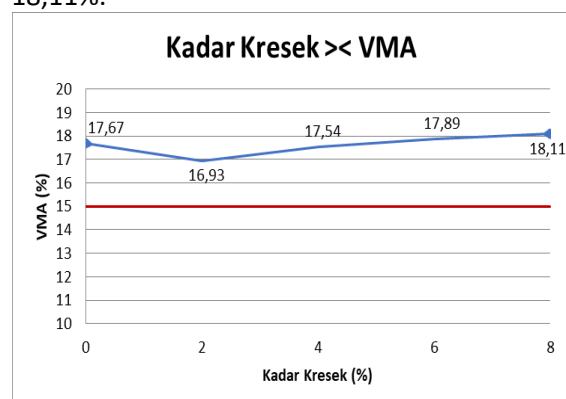
Pengujian persentase plastik kresek dalam campuran aspal terhadap volume rongga terisi aspal (VFA) dilakukan untuk mengevaluasi aspek durabilitas, fleksibilitas, ketahanan terhadap air, serta kemampuan menahan geseran perkerasan. Nilai spesifikasi VFA yang dipersyaratkan adalah $\geq 65\%$. Hasil pengujian

variasi persentase kadar kresek terhadap VFA didapatkan persentase antara 63,83%-76,45%.



Gambar 13. Kadar Kresek dalam Campuran Aspal Terhadap VFA

Uji terhadap variasi persentase kresek pada campuran aspal beton lapis aus difokuskan pada parameter VMA guna mengetahui ketahanan atau keawetan perkerasan. Standar yang berlaku untuk VMA adalah minimal 15%. Hasil pengujian variasi didapatkan persentase VMA antara 16,93%-18,11%.

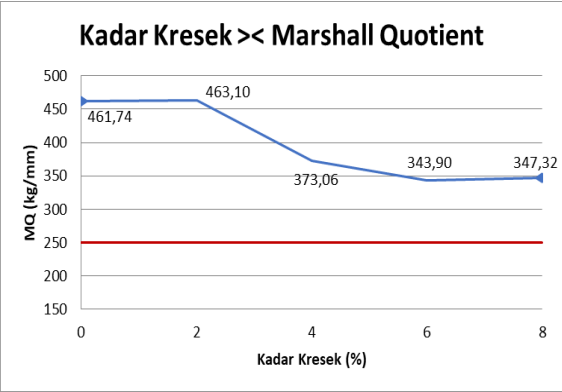


Gambar 14. Kadar Kresek dalam Campuran Aspal Terhadap VMA

Nilai VMA pada variasi persentase kadar kresek yang ditambahkan dalam campuran aspal beton lapis aus mendapatkan nilai persentase lebih besar dari spesifikasi VMA yaitu $> 15\%$ sehingga dapat dianggap telah memenuhi syarat VMA yang ditetapkan.

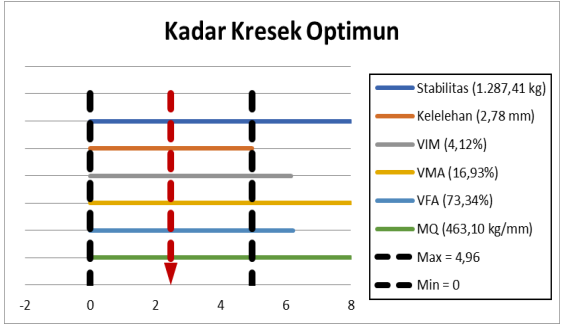
Pengujian persentase variasi kadar kresek dalam campuran aspal beton lapis aus terhadap *marshall quotient* bertujuan untuk mengetahui seberapa baik perkerasan mampu menerima beban tanpa terjadi kerusakan seperti retak maupun kerusakan alur. Hasil pengujian persentase variasi kadar kresek didapatkan nilai

marshall quotient antara 343,32 kg/mm – 463,10 kg/mm.



Gambar 15. Kadar Kresek dalam Campuran Aspal Terhadap MQ

Berdasarkan beberapa pengujian variasi persentase kadar kresek dapat menjelaskan bahwa persentase kadar kresek yang baik adalah kadar kresek 0%-4%.



Gambar 16. Kadar Kresek Optimun

kadar kresek dalam campuran aspal beton lapis aus yang ideal adalah kadar kresek dengan persentase 2,48%. Penggunaan kadar kresek yang memenuhi syarat antara lain persentase kadar kresek 0%, 2% dan 4%. Hasil temuan ini lebih rendah dengan temuan Wijayanti dengan menggunakan plastik LDPE yang mendapatkan nilai kadar plastik ooptimum sebesar 7,45% [12]. Hasil temuan Susanti dengan menggunakan plastik LDPE didapatkan persentase kadar plastik sebesar 5,5%. [13]

4.7 Job Mix Formula (JMF) Campuran AC-WC

Job Mix Formula (JMF) merupakan rancangan komposisi campuran beraspal panas yang ditetapkan berdasarkan hasil uji karakteristik material penyusun, meliputi agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal sebagai pengikat, serta bahan tambahan seperti limbah plastik. Penyusunan JMF

bertujuan untuk memperoleh proporsi material yang optimal sehingga campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) memenuhi persyaratan parameter kinerja sesuai persyaratan yang umumnya digunakan. Pada penelitian ini, plastik dimanfaatkan sebagai bahan substitusi parsial terhadap aspal, dengan kadar plastik optimum (KPO) yang ditentukan berdasarkan hasil uji laboratorium.

Tabel 9 Job Mix Formula (JMF) Campuran AC-WC

Material	Persentase (%)	Jumlah (Gram)
Agregat Kasar	36	450,0
Agregat Halus	45	562,5
Filler	2	25,0
Abu Batu	9,03	112,9
Aspal Pen 60/70	5,49	68,6
Limbah Plastik (Kresek)	2,48	31,0
Jumlah (Gram)	100	1250

Sumber: Data Primer, 2025

Komposisi campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) pada penelitian ini dirancang dengan total berat 1.250 gram. Agregat kasar digunakan sebesar 36% atau 450,0 gram yang berfungsi sebagai kerangka utama campuran, memberikan kekuatan struktural dan interlock antar butiran. Agregat halus digunakan sebesar 45% atau 562,5 gram untuk mengisi celah antar agregat kasar sehingga meningkatkan workability dan kepadatan campuran. Filler mineral sebesar 2% atau 25,0 gram digunakan untuk mengisi pori-pori mikro, memperbaiki stabilitas, dan membantu ikatan antar partikel agregat. Selain itu, abu batu digunakan sebesar 9,03% atau 112,9 gram yang berperan sebagai filler tambahan untuk meningkatkan kepadatan dan memperkuat matriks campuran. Aspal penetrasi 60/70 digunakan sebesar 5,49% atau 68,6 gram, sesuai kadar aspal optimum (KAO) hasil uji laboratorium, yang berfungsi sebagai pengikat utama agregat. Limbah plastik (kresek) ditambahkan sebesar 2,48% atau 31,0 gram sebagai bahan substitusi parsial aspal yang mampu meningkatkan stabilitas, kekakuan, dan ketahanan deformasi plastis pada campuran. Dengan komposisi ini, seluruh material membentuk total 100% campuran aspal beton lapisan aus (AC-WC).

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Uji karakteristik material limbah plastik (kresek) pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) didapatkan nilai berat jenis sebesar 0,915 gram/cm³ dengan titik leleh sebesar 110 °C.
2. Hasil uji karakteristik AC-WC menunjukkan bahwa kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,49% dengan berat stabilitas 1.194,89 kg, kelelehan 3,63 mm, VIM 4,45%, VFA 83,71%, VMA 17,36%, dan berat *marshall quotient* (MQ) 329,17 kg/mm
3. Hasil pengujian lapisan aspal beton lapis aus (AC-WC) Yang menggunakan kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,49% dan dicampur dengan plastik kresek menghasilkan kadar plastik optimum (KPO) 2,48% dengan nilai stabilitas 1.287,41 kg kelelehan 2,78 mm, VIM 4,12%, VFA 73,34%, VMA 16,93%, dan berat *marshall quotient* (MQ) 463,10 kg/mm

5.2 Saran

1. Penggunaan kadar aspal yang direkomendasikan adalah kadar aspal 5,49% dengan penambahan limbah kresek sebesar 2,48% untuk mendapatkan aspal beton yang kedap air, kedap udara, dan daya tahan aspal beton yang lama
2. Studi lanjutan sebaiknya dilakukan dengan menggunakan bahan plastik yang dapat didaur ulang, disertai pengujian pada berbagai variasi kadar campuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Husein, S. K., Suprpto, B., & Bakhtiar, "Studi Perencanaan Perkerasan Ruas Jalan Km Liang-Morella Kabupaten Maluku Tengah," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 2, pp. 124–131, 2019.
- [2] A. Dharmawan, E., Suprpto, B., & Rachmawati, "Analisa Kerusakan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Pada Ruas Jalan Pacing-Pacet Kabupaten Mojokerto Dengan Metode 1 Pavement Condition Index (PCI)," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 8, no. 6, pp. 449–463, 2020.
- [3] T. Al-Hadidy, A. I., & Yi-qiu, "Effect of Polyethylene on Life of Flexible Pavements," *Constr. Build. Mater.*, vol. 23, no. 3, pp. 1456–1464, 2009.
- [4] Y. D. Asrar, "Karakteristik Aspal Dengan Bahan Tambah Plastik dan Kinerjanya Dalam Campuran HRA," Institut Teknologi Bandung, 2007.
- [5] M. Zahedi, *Evaluating the use of fluidized bed combustion fly ash as concrete pozzolan*. State College-Amerika Serikat: The Pennsylvania State University, 2019.
- [6] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Standard method of test for specific gravity of bituminous materials (AASHTO T 228-79)*. Washington, D.C.: AASHTO, 1979.
- [7] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Standard method of test for penetration of bituminous materials (AASHTO T 49-80)*. Washington, D.C.: AASHTO, 1980.
- [8] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Standard method of test for ductility of bituminous materials (AASHTO T 51-81)*. Washington DC: AASHTO, 1981.
- [9] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Standard method of test for softening point of bituminous materials (AASHTO T 53-89)*. Washington DC: AASHTO, 1989.
- [10] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Standard method of test for loss on heating of oil and asphaltic compounds (AASHTO T 209)*. Washington DC: AASHTO, 2009.
- [11] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Standard method of test for flash point of bituminous materials (AASHTO T 48-13)*. Washington, D.C.: AASHTO, 2013.
- [12] A. Wijayanti and I. F. Radam, "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC," *J. Rivet*, vol. 01, no. 02, pp. 80–90, 2022, doi: 10.47233/rivet.v1i02.350.
- [13] E. D. Susanti, M. G. Rifqi, and M. S. Amin, "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC-WC," *J. Appl. Civ. Eng. Infrastruct. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 7–13, 2021, doi: 10.52158/jaceit.v2i2.67.