



Terbit online pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisis Stabilitas dan Durabilitas Asphalt Concrete-Binder Course Terhadap Penambahan Limbah Kantong Plastik

Rahmadi^a, Sjelly Haniza^b, Ulfa Jusi^c, Silfia Rini^d

^{a,b,c,d}Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara No.4 Arengka Raya, Pekanbaru, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 19 Desember 2023

Revisi Akhir: 25 Desember 2023

Diterbitkan Online: 29 Desember 2023

KATA KUNCI

aspal pen 60/70,

AC-BC,

durabilitas,

limbah plastik,

marshall,

KORESPONDENSI

Telepon: +62 8127677368

E-mail: sjellyhaniza@sttp-yds.ac.id

ABSTRACT

Jalan merupakan infrastruktur dasar yang sangat penting untuk menggerakkan perekonomian daerah maupun nasional. Salah satu jenis lapis perkerasan yang umum digunakan adalah Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC). Kantong plastik banyak digunakan oleh masyarakat sebagai wadah, namun penggunaannya menyebabkan timbunan limbah yang sulit terurai. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi dampak tumpukan limbah tersebut, dilakukan penelitian dengan mencampurkan kantong plastik ke dalam campuran aspal AC-BC. Tujuan penggunaan limbah kantong plastik ini adalah untuk meningkatkan daya lekat dan kekentalan campuran aspal. Penelitian ini menggunakan jenis aspal pen 60/70, dengan desain campuran AC-BC yang memvariasikan penambahan limbah kantong plastik sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5%. Penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh penambahan limbah kantong plastik terhadap nilai marshall menggunakan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil penelitian menunjukkan kadar aspal optimum campuran AC-BC yang diperoleh 5,3%. Uji Marshall untuk campuran AC-BC dengan penambahan limbah plastik menunjukkan peningkatan pada nilai Void Filled with Asphalt (VFA), Stabilitas, Marshall Quotient (MQ), serta durabilitas seiring dengan peningkatan kadar limbah plastic yang diberikan. Sebaliknya, nilai Flow, Void in Mineral Aggregate (VMA), dan Void in Mixture (VIM) mengalami penurunan. Berdasarkan hasil uji Marshall dari variasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah plastik sebesar 2,5% dan 5% dapat dijadikan sebagai alternatif pada campuran AC-BC.

1. PENDAHULUAN

Konstruksi jalan adalah perkerasan yang diperuntukan bagi jalan lalu lintas yang terletak di atas tanah dasar, terdiri dari lapis pondasi bawah, pondasi atas, dan lapis permukaan. Fungsi perkerasan tersebut untuk menyediakan permukaan yang rata dan halus bagi pengendara, melindungi lapisan tanah dari pengaruh perubahan iklim, serta mendistribusikan beban kendaraan ke lapisan tanah dasar [1] Saat menggunakan jalan, pengguna menginginkan kenyamanan, keselamatan, dan kecepatan. Untuk

meningkatkan kualitas jalan, saat ini ada berbagai macam bahan tambahan yang dapat digunakan, seperti limbah kantong plastik yang dicampurkan ke dalam aspal. Penggunaan limbah plastik berupa kantong dalam campuran aspal diharapkan dapat meningkatkan ketahanan campuran terhadap suhu tinggi dan daya rekatnya terhadap campuran, sehingga mencegah air meresap ke dalam lapisan perkerasan jalan[2]. Selain itu, pemanfaatan limbah plastik sebagai strategi untuk mengurangi dampak limbah plastik yang sulit untuk didaur ulang dan merusak lingkungan sekitarnya. [3]. Penelitian ini bertujuan untuk menilai dampak dari

penambahan limbah kantong plastik terhadap stabilitas dan ketahanan campuran aspal beton *Binder Course*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC).

Lapisan konstruksi jalan yang tahan terhadap keausan, memiliki ketahanan yang baik terhadap gesekan ban serta beradaptasi dengan perubahan cuaca [4]. AC-BC adalah aspal beton yang didesain memiliki kandungan aspal yang tinggi untuk memberikan keuletan, awet, dan ketahanan terhadap beban berulang. Sifat utama AC-BC terletak pada pendistribusian campuran agregat yang menerus [5]. Perencanaan AC-BC mengikuti standar spesifikasi umum Bina Marga 2018. Nilai karakteristik campuran untuk 75 kali tumbukan perbidang harus memenuhi standar yang dijelaskan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan Karakteristik Aspal Beton (AC-BC)

No	Sifat Campuran	Satuan	Minimum	Maksimum
1.	Density	gr/cm ³	2	-
2.	VIM	%	3	5
3.	VMA	%	14	-
4.	VFA	%	65	-
5.	Stabilitas Marshall	Kg	800	-
6.	Flow	mm	2	4

Sumber: Bina Marga 2018

2.2 Bahan Penyusun Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)

2.2.1 Aspal

Material ini berada dalam keadaan padat hingga setengah padat pada suhu ruang dan bersifat termoplastis. Proporsi aspal terhadap campuran bervariasi sekitar 4-10% [6]. Aspal menjadi salah satu bahan pengikat yang digunakan dalam konstruksi jalan karena karakteristiknya yang mencakup fleksibilitas, stabilitas, daya tahan, dan kedap air.

2.2.2 Agregat

Agregat dapat berupa mineral alami dalam bentuk massa besar atau fragmen, menjadi komponen utama dalam pembuatan campuran perkerasan aspal. Pada campuran aspal, agregat memberikan kontribusi terbesar terhadap kekuatan struktur perkerasan jalan. Secara khusus, persentase berat agregat dapat mencapai 90-95%, atau persentase volume sekitar 75-85%, sehingga kualitas perkerasan sangat dipengaruhi oleh sifat dan kombinasi agregat bersama material lainnya [6]. Bahan yang umum digunakan dalam campuran aspal beton melibatkan tiga fraksi, yaitu *Course Aggregate* (CA), *Medium Aggregate* (MA), *Fine Aggregate* (FA). Sebelum digunakan, material ini menjalani berbagai uji properti seperti gradasi, berat jenis, penyerapan, dan abrasi, dimana semua pemeriksaan material tersebut mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Gradasi gabungan mengikuti spesifikasi Bina Marga tahun 2018 [7].

2.2.3 Bahan Pengisi (Filler)

Merupakan bahan pengisi yang dimasukkan dalam pembuatan campuran aspal beton. *Filler* yang digunakan dapat diperoleh dari debu batu kapur, debu kapur padam, debu kapur magnesium, dolomit, semen, atau abu terbang tipe C dan F [7]. Untuk campuran aspal beton, kadar filler biasanya berkisar antara 1% hingga 2%, di mana partikel halus dari filler akan berinteraksi dengan sifat aspal sebagai bahan pengikat [8].

2.3 Limbah Kantong Plastik

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan untuk produk makanan dipilih karena sejumlah keunggulannya. Plastik memiliki fleksibilitas yang mudah menyesuaikan dengan bentuk barang yang dikemas, memiliki bobot yang ringan, tahan terhadap robekan, transparan, mudah diberi label, dan dapat diproduksi dalam berbagai warna. Sifat termoplastik plastik, dengan densitas berkisar antara 0.910 hingga 0.940 g/cm³, serta tidak bereaksi di suhu ruang, membuatnya menjadi alternatif yang potensial sebagai bahan tambahan dalam pembuatan campuran aspal.

2.4 Marshall Test

Tujuan pengujian untuk menilai stabilitas campuran aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*) [9]. Pengujian ini dimaksudkan untuk pengukuran beban maksimum yang dapat ditanggung oleh sampel (*Marshall Stability*) dan perubahan betuk permanen dari sampel (*Marshall Flow*) sebelum mengalami kehancuran. Hasil-hasil ini kemudian digunakan untuk menghitung *Marshall Quotient* (MQ), merupakan perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow* [10].

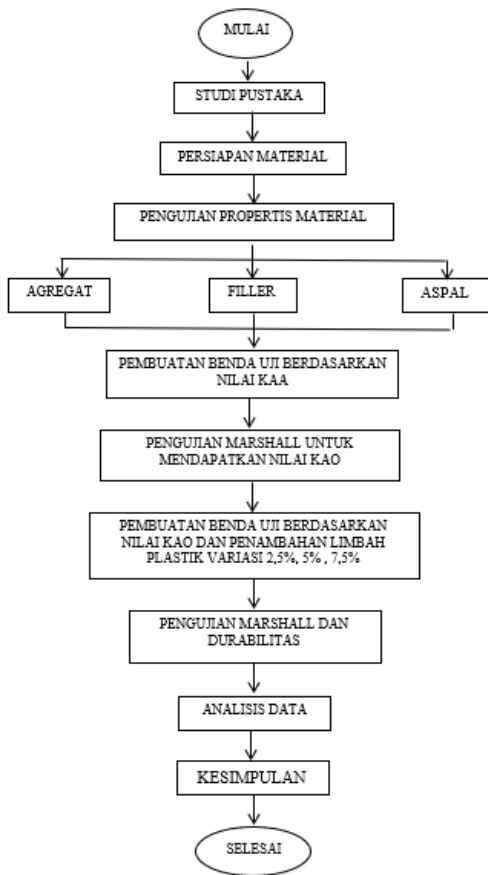
2.5 Durabilitas

Kemampuan beton aspal menerima beban lalu lintas yang berulang, gesekan, serta keausan akibat cuaca dan iklim disebut dengan durabilitas (keawetan). Untuk mengetahui nilai keawetan campuran AC-BC dilakukan melalui Indeks Kekuatan Sisa (IKS). Nilai IKS ini merupakan perbandingan nilai stabilitas benda uji *Marshall* setelah direndam selama 24 jam pada suhu 60°C dengan stabilitas benda uji *Marshall* yang direndam 30 menit, [11]. Peningkatan durabilitas campuran umumnya dapat dicapai dengan menggunakan campuran bergradasi rapat (*dense gradation*), menerapkan ketebalan lapis tipis aspal yang memadai pada agregat, dan memastikan kepadatan di lapangan telah sesuai sehingga rongga dalam campuran kurang dari 8% [12].

3. METODOLOGI

Penelitian ini berskala laboratorium, mengikuti standar Spesifikasi Bina Marga 2018 dan pemeriksaan propertis

material serta pembuatan benda uji menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Langkah kerja penelitian disajikan pada bagan alir berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Berat Jenis Material

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis dari agregat yang dipakai pada pembuatan campuran aspal beton *binder course*. Hasil lengkap dapat ditemukan dalam Tabel 1.

Tabel 1..Hasil Berat Jenis Material

Uraian	Berat Jenis		
	Berat Jenis (Bulk)	Berat Jenis Permukaan Jenuh	Berat Jenis Semu (Apparent)
Course Aggregate	2,661	2,672	2,691
Medium Aggregate	2,600	2,634	2,692
Fine Aggregate	2,736	2,748	2,771
Filler			2,642
Aspal			1,032

4.2 Keausan Agregat Kasar

Pengujian dilakukan menggunakan mesin loss angeles untuk mengetahui nilai keausan agregat kasar terhadap

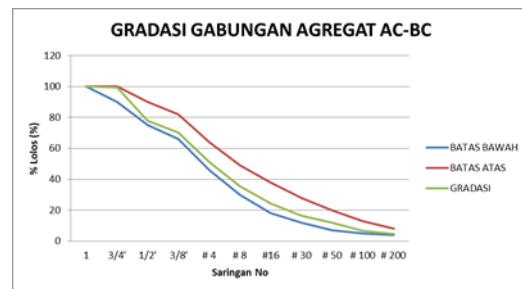
campuran aspal beton binder course. Hasil perhitungan diperoleh nilai keausan agregat tersebut 33,48% dan kecil dari 40%, sehingga dapat dikatakan material ini telah sesuai dengan standar spesifikasi Bina Marga 2018

4.3 Gradasi Gabungan Material

Merupakan komposisi butiran yang telah digabungkan dari material CA, MA, FA, dan *Filler* sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018. Nilai gradasi gabungan dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Gradasi Gabungan

Nomor Saringan	Persen Lolos				Kombinasi Agregat
	CA	MA	FA	FILLER	
1	100	100	100	100	100
3/4	97,76	100	100	100	99,37
1/2	20,86	100	100	100	77,78
3/8	3,71	89,60	99,89	100	70,39
No 4	1,15	16,81	99,16	100	51,15
No. 8	0,72	3,07	72,40	100	35,55
No.16	0,71	2,21	48,27	100	24,47
No.30	0,69	2,10	30,51	100	16,45
No. 50	0,55	1,96	20,43	100	11,84
No. 100	0,48	1,27	9,42	100	6,69
No. 200	0,37	1,02	5,03	100	4,62



Gambar 2. Grafik Gradasi Gabungan Agregat AC-BC

Tabel 1. dan Gambar 1. Merupakan hasil penggabungan dari masing-masing gradasi agregat yang digunakan. Komposisi gradasi tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Acuan (KAA). Perhitungan gradasi gabungan diperoleh proporsi material sebagai berikut:

- a. *Course Aggregate* (CA) : 28%
- b. *Medium Aggregate* (MA) : 25%
- c. *Fine Aggregate* (FA) : 45%
- d. *Filler* : 2 %

Untuk nilai KAA menggunakan rumus dibawah ini

$$\begin{aligned}
 \text{KAA} &= 0,035(\text{CA}) + 0,045(\text{FA}) + 0,18(\text{FF}) + \text{C} \\
 &= 0,035(100 - 35,55) + 0,045(35,55 - 4,62) + 0,18 \\
 &\quad (4,62) + 1 \\
 &= 5,48 \% \text{ diambil } 5,5\%
 \end{aligned}$$

Nilai kadar aspal acuan yang didapat kemudian dibuat menjadi beberapa variasi yakni 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dimana setiap variasi dibuat 3 buah benda uji..

4.4 Kadar Aspal Optimum (KAO)

Nilai KAO merupakan hasil pengujian variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%.. Propertis dari pengujian *marshall* kemudian digrafikkan dan didapat nilai KAO 5,3%. Kadar aspal 5,3% ini selanjutnya digunakan untuk membuat rancangan campuran AC-BC dan menambahkan limbah kantong plastik dengan variasi 2,5%, 5% dan 7,5%. Hasil propertis uji *marshall* disajikan di Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji *Marshall* untuk Kadar Aspal 5,3%

No	Karakteristik	Satuan	Nilai	Spesifikasi
1.	VMA	%	14,57	Min 250
2.	VIM	%	3,9	3-5
3.	VFA	%	63,12	Min 65
4.	Stabilitas	Kg	1195,50	Min 800
5.	Flow	mm	3,14	2-4
6.	MQ	Kg/mm	380,56	Min 250

4.5 Karakteristik AC-BC terhadap Variasi Limbah Plastik

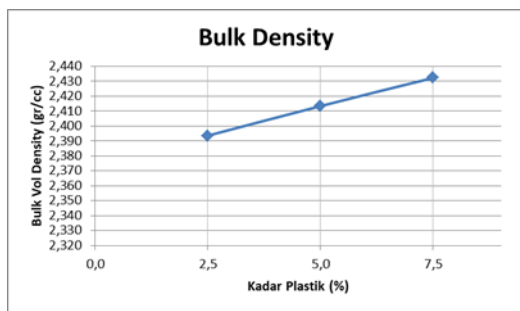
Nilai karakteristik AC-BC dengan penambahan limbah plastik sebesar 2,5%, 5% dan 7,5% terhadap berat aspal disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Nilai Karakteristik AC-BC terhadap Variasi Limbah Plastik

No.	Kadar Aspal (%)	Kadar Limbah (%)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
1.	5,3	2,5	15,110	4,541	70,014	1380,583	3,07	450,19
2.	5,3	5,0	14,408	3,751	74,018	1520,622	2,80	543,08
3.	5,3	7,5	13,738	2,998	78,198	1682,824	2,67	631,059
Spesifikasi			Min 14	3-5	Min 65	Min 800	2-4	Min 250

Grafik hubungan masing-masing Variasi kadar limbah plastik terhadap nilai karakteristik AC-BC diperlihatkan dalam gambar–gambar berikut.

- a. Hubungan kepadatan (*bulk density*) terhadap kadar limbah plastik

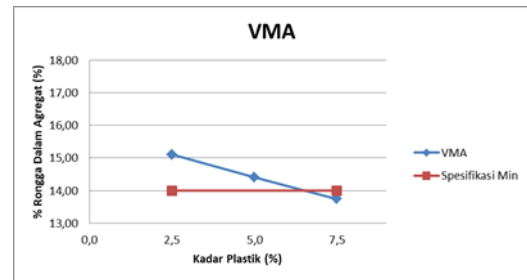


Gambar 3. Grafik Hubungan *Bulk Density* dengan Kadar Plastik

Pada Gambar 3 grafik hubungan bulk density dengan kadar limbah plastik dapat dilihat bahwa adanya penambahan nilai kepadatan dengan bertambahnya kadar limbah plastik

- b. Hubungan *Void in the Mineral Aggregate* (VMA) terhadap penambahan limbah plastik.

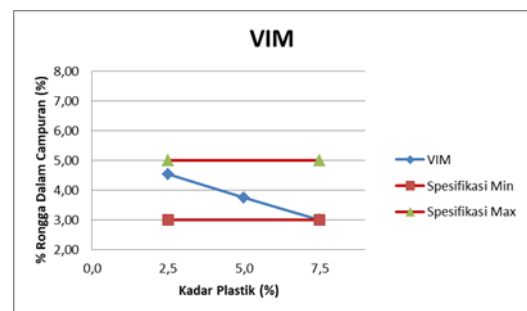
Hasil pengujian diperoleh nilai VMA pada campuran mengalami penurunan dengan bertambahnya kadar limbah plastik, Kadar campuran yang masih memenuhi spesifikasi Bina Marga pada variasi 2,5 % dan 5%. Hasil analisa karakteristik VMA terhadap penambahan limbah plastik disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan VMA dengan Kadar Plastik

- c. Hubungan *Void in Mineral* (VIM) terhadap kadar limbah plastik.

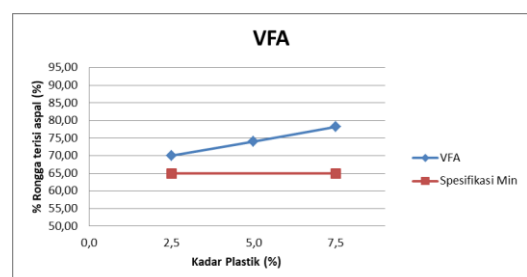
Gambar 5 dibawah terlihat hasil pengujian *marshall* dimana semakin banyak limbah plastik yang ditambahkan nilai VIM yang dihasilkan menjadi turun. Nilai VIM yang sesuai dengan persyaratan yang diminta ada pada penambahan 2,5% dan 5%.



Gambar 5. Grafik Hubungan VIM dengan Kadar Plastik

- d. Hubungan *Void Filled Asphalt* (VFA) dengan Kadar limbah plastik.

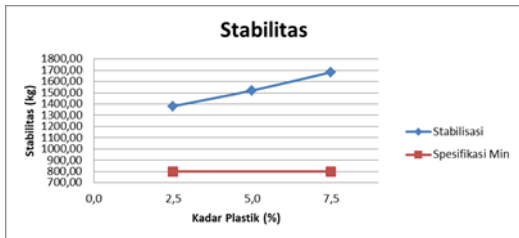
Hasil *marshall* menunjukkan bahwa nilai VFA adanya kenaikan dengan bertambahnya jumlah limbah plastik yang digunakan. Data uji dapat terlihat di Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan VFA dengan Kadar Plastik

- e. Hubungan nilai *Stability* terhadap penambahan kadar plastik.

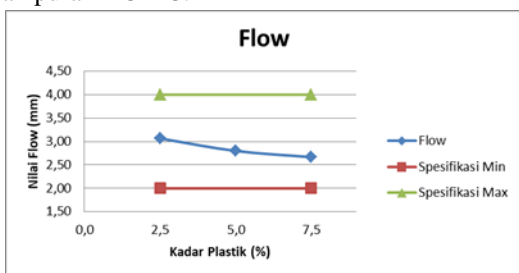
Data dari pengujian stabilitas menunjukkan adanya peningkatan setiap kali limbah plastik ditambahkan. Untuk itu dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas meningkat sejalan dengan penambahan limbah plastik. Hal ini terjadi karena limbah plastik memiliki kemampuan untuk mengikat agregat dengan aspal, sehingga ikatan antara komponen-komponen tersebut menjadi lebih kuat. Hasil lengkap pengujian ini tersaji dalam Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan *Stability* dengan Kadar Plastik

- f. Hubungan nilai *Flow* terhadap persentase pemakaian limbah plastik.

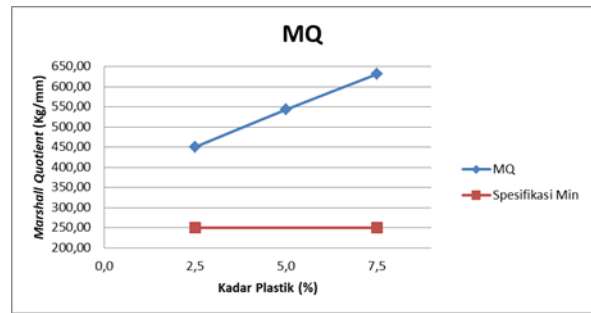
Di grafik hubungan antara nilai *flow* dan kadar plastik, dapat dilihat bahwa peningkatan kadar limbah plastik berkontribusi pada penurunan nilai *flow*. Hal ini disebabkan oleh sifat limbah plastik yang cenderung meleleh pada suhu pencampuran, namun saat proses pemadatan dengan suhu yang lebih rendah, limbah plastik mengeras dan menjadi kaku dengan cepat. Keadaan ini mengakibatkan penurunan nilai *flow* pada campuran. Pada gambar hubungan nilai *flow* dan kadar plastik juga menunjukkan bahwa penurunan tersebut masih berada dalam batas yang diizinkan untuk campuran AC-BC.



Gambar 8. Grafik Hubungan *Flow* dengan Kadar Plastik

- g. Hubungan nilai *Marshall Quotient* (MQ) terhadap kadar plastik.

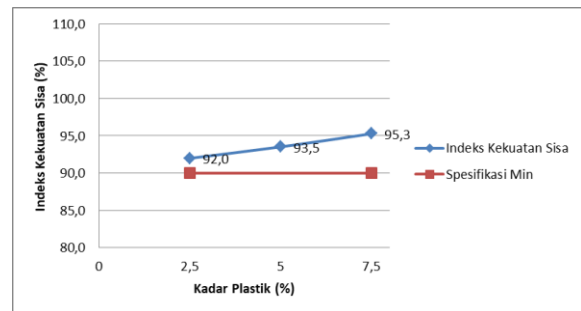
Nilai *Marshall Quotient* menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan limbah plastik, dan hasil perhitungan tersebut melewati ketentuan yang dibuat Bina Marga untuk campuran AC-BC. Hasil pengujian ini tersaji dalam Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan MQ dengan Kadar Plastik

4.6 Durabilitas

Hasil pengujian durabilitas AC-BC terhadap penambahan Variasi Limbah Plastik disajikan pada Gambar 10 dibawah ini.



Gambar 10. Grafik Hubungan Durabilitas dengan Kadar Plastik

Terdapat peningkatan nilai durabilitas pada setiap penambahan limbah plastik dalam campuran AC-BC. Peningkatan ini disebabkan oleh penambahan plastik, yang membuat campuran lebih peka terhadap perubahan suhu. Selain itu, penambahan semen sebagai bahan pengisi dapat efektif mengisi rongga-rongga dalam campuran, sehingga campuran menjadi lebih tahan terhadap air dan lebih peka terhadap perubahan suhu serta kondisi cuaca.

5. KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan:

1. Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) diperoleh sebesar 5,3%.
2. Hasil uji Marshall terhadap nilai karakteristik untuk campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) terhadap penambahan kadar limbah plastik menunjukkan peningkatan pada nilai VFA, Stabilitas, MQ, dan durabilitas seiring dengan bertambahnya kadar limbah plastik 2,5%, 5%, dan 7,5%. Sebaliknya, nilai *Flow*, VMA, dan VIM mengalami penurunan seiring penambahan limbah plastik.
3. Nilai durabilitas yang dihasilkan terhadap variasi campuran mengalami kenaikan disetiap penambahan kadar limbah dan memenuhi ketentuan yang berlaku, yaitu lebih dari 90%.
4. Desain campuran AC-BC dengan menambahkan limbah plastik yang masih memenuhi standar Bina

Marga 2018 terhadap nilai karakteristik secara keseluruhan pada kadar 2,5% dan 5%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. K. Nur *et al.*, *Perancangan Perkerasan Jalan*. Medan: Yayasan Kita menulis, 2021
- [2] D. Pagewang, R. Rachman, and Alpius, "Pengaruh Penggunaan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah dalam Campuran Ac – Base," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–102, 2020
- [3] S. Arif, "Alternatif Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran Aspal," *J. CIVILLA*, vol. 3, no. 1, p. 140, 2018
- [4] S. Sukirman, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, 1st ed. Bandung: Nova, 2010
- [5] Bazar Asmawi, "Durabilitas Campuran aspal AC-BC Terhadap Perubahan Suhu," *J. Sesiminasi Teknol.*, vol. 8, no. 1, pp. 76–89, 2020
- [6] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, 3rd ed., no. Bandung: Institut Teknologi Nasional, 2016.
- [7] Bina Marga, *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Revisi I*, no. September. Jakarta, 2018
- [8] H. Nofrianto, W. Wahab, N. Syofian, and S. Wardi, "Kajian Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Panas Aspal Agregat (AC-BC) dengan Pengujian Marshall," *J. Menara Ilmu*, vol. XV, no. 01, pp. 56–66, 2021
- [9] S. Haniza, U. Jusi, and M. Rizki, "Analisis Nilai Karakteristik Asphalt Concrete-Wearing Course Terhadap Variasi Lama Rendaman Pada Air Gambut," *Sainstek (e-Journal)*, vol. 10, no. 2, pp. 186–191, 2022
- [10] I. G. Ngurah Widyantara, L. Budi Suparma, and I. Muthohar, "Stabilitas Marshall Dan Ketahanan Deformasi Warm Mix Asphalt Menggunakan Aditif Zycotherm," *INERSIA Informasi dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 14, no. 1, pp. 48–61, 2018
- [11] S. Yuniarti, R. Rachman, and Alpius, "Studi Karakteristik Campuran AC-BC Berdasarkan Limbah Kantong Plastik Sebagai Bahan Tambah," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 70–76, 2020
- [12] H. Haris, "Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman," *J. Linears*, vol. 2, no. 1, pp. 33–47, 2019