

KAJIAN PENGARUH CAMPURAN ASPHALT DENGAN TAMBAHAN BENZOIN TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Oleh

Kartika Indah Sari^{1*}, Rizky Franchitika², Asri Afriliany Surbakti³, Nurkhasanah Rina Puspita⁴, Soraya Muthma Innah Nasution⁵

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Dan Komputer, Universitas Harapan Medan, Indonesia

² Program Studi D-3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

^{3,4,5} Program Studi D-4 Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

E-mail: ^{1*}mutiyalubis@gmail.com

Article History:

Received: 21-12-2024

Revised: 27-12-2024

Accepted: 24-01-2025

Keywords:

Asphalt Concrete-
Binder Course,
Benzoin, Marshall

Abstract: Factors that support the development of an area are improving transportation facilities in the form of roads. The aim of improving roads is to facilitate all activities directly related to movement, both people and goods. For this reason, improving the quality of transportation facilities in the form of roads currently needs attention. Efforts to improve road quality can be carried out by research in the form of variations in pavement layer mixtures with various kinds of added materials. One variation of the mixture that can be used is benzoin (incense resin). Benzoin is a forest product that has similar physical properties to asphalt. With this research, it is hoped that the addition of benzoin will affect the results of the Asphalt Concrete-Binder Course mixture when viewed from the Marshall characteristics. This research method uses the Marshall Method and the Marshall test procedure follows SNI 06-2489-1991 with reference to the 2018 General Specifications. The research results show that the optimum asphalt content obtained for each variation is: Normal Asphalt (5.55%), Asphalt with 5% benzoin added (5.45%), Asphalt with 10% benzoin added (5.35%) and Asphalt with 15% benzoin added (5.25%). Next, test values were obtained after optimum asphalt content for all parameters, namely stability, flow, VIM, VMA, VFB, Marshall Quotient and residual stability values for all variations. And the final research results, that the use of 15% benzoin additives in asphalt mixtures cannot be used because the Marshall residual stability value does not meet the 2018 General Specifications.

PENDAHULUAN

Bagian terpenting dalam perkembangan perekonomian di seluruh dunia adalah sarana transportasi berupa jalan. Fungsi jalan sendiri untuk mempermudah kegiatan mobilisasi, baik mobilisasi manusia maupun barang. Karena perannya yang sangat penting, maka jalan

harus dibuat dengan lapisan perkerasan yang mampu menerima beban lalu lintas tanpa ada terjadinya kerusakan. Untuk memaksimalkan kekuatan lapisan perkerasan maka dilakukan pengujian dengan membuat variasi terhadap campuran. Salah satu bahan pendukung campuran yang dapat digunakan adalah *benzoin* (getah kemenyan). *Benzoin* merupakan getah yang berasal dari pohon kemenyan yang memiliki kemiripan sifat fisis dengan aspal yaitu *viscoelastis*. Untuk mengetahui pengaruh variasi campuran tersebut maka dilakukan pengujian menggunakan *Marshall Test*. Harapannya, hasil pengujian ini mampu menghasilkan nilai karakteristik Marshall yang memenuhi spesifikasi persyaratan apabila ditinjau dari nilai stabilitas, *flow*, VMA, VIM, VFA dan MQ.

LANDASAN TEORI

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan bagian jalan yang terdiri dari lapisan-lapisan yang terbentuk dengan campuran agregat dan aspal/semen sebagai bahan pengikatnya. Lapisan yang paling umum digunakan pada konstruksi jalan adalah lapisan lentur (*flexible pavement*). Lapisan ini terdiri dari tanah dasar (*subgrade*), lapis pondasi atas (*subbase*), lapis pondasi atas (*base*) dan lapis permukaan (*surface*). Lapis permukaan (*surface*) adalah bagian yang paling atas yang berhubungan langsung dengan roda kendaraan dan keadaan cuaca. Maka lapisan ini sering menjadi sasaran terpenting pengujian lapisan perkerasan. Untuk jenis campuran lapis permukaan dapat digunakan sesuai dengan medan pekerjaan.

LASTON (Lapisan Aspal Beton) adalah beton aspal yang umum digunakan untuk jalan jalan dengan beban lalu lintas 1-10 juta ESA (*Equivalent Standard Axle*). Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas (Silvia Sukirman, 2016).

Tabel 1. Ketentuan sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	Min.		0,6	
	Maks.		1,4	
Rongga dalam Campuran (%)	Min.		3,0	
	Maks.		5,0	
Rongga dalam Agregat (VMA)(%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.		800	1800
Pelelehan (mm)	Min.		2	3
	Maks.		4	6
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.		90	
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min.		2	

Sumber: Spesifikasi umum, 2018

Material penyusun Perkerasan

Material penyusun perkerasan pada lapisan aspal beton yaitu aspal, agregat kasar, agregat halus, *filler* dan tanpa atau dengan bahan tambah. Untuk menghasilkan lapisan perkerasan yang baik maka bahan yang digunakan harus memenuhi spesifikasi peraturan.

1. Aspal

Aspal merupakan material yang digunakan sebagai bahan pengikat pada campuran beton aspal. Sebagian besar material hidrokarbon ini terdiri dari *asphaltenes*, *resins* dan *oil* (Krebs & Walker, 1971).

Aspal yang digunakan untuk campuran beraspal seperti laston adalah aspal pen. 60 dan harus memenuhi spesifikasi pada tabel 2 (Silvia Sukirman, 2016).

Tabel 2. Ketentuan-ketentuan untuk aspal keras

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal pen. 60/70
1.	Penetrasi, 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
2.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	> 48
3.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	> 1,0

Sumber: Spesifikasi umum, 2018

2. Agregat Kasar

Agregat merupakan partikel yang terdiri dari batu pecah yang tertahan saringan no. 4 (4,75 mm). Agregat kasar adalah agregat yang harus bersih, keras, awet, bebas dari lempung atau bahan yang dikehendaki lainnya, agregat kasar harus memenuhi spesifikasi pada tabel 3 (Silvia Sukirman, 2016).

Tabel 3. Ketentuan agregat kasar

Pengujian				Standar	Nilai (%)
Kekakuan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 12	
	Magnesium Sulfat			Maks.18	
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran Modifikasi	AC	100 putaran	Maks.6	
			500 putaran	SNI 2417:2008	Maks.30
	semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		100 putaran		Maks.8
				500 putaran	Maks.40
Kelakatan Gregat terhadap aspal			SNI 2439:2011	Min.95	
Butir pecah pada agregat kasar			SMA	100/90	
			Lainnya	95/90	
			SMA	Maks. 5	
Partikel pipih dan lonjong			Lainnya	ASTM D4791	
			Perbandingan 1:5	Maks. 10	
Material lolos ayakan No. 200			SNI ASTM C117:2012	Maks.18	

*Sumber: Spesifikasi umum 2018***Agregat Halus**

Agregat halus adalah partikel bebatuan atau pasir yang lolos saringan no. 4 (4,75

mm). Agregat halus merupakan komponen penyusun lapisan perkerasan yang dapat terdiri dari pasir (maksimum 10%) atau dari hasil mesin pemecah batu yang harus memenuhi spesifikasi seperti pada tabel 4 (Silvia Sukirman, 2016).

Tabel 4. Ketentuan agregat halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai (%)
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min.60
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min.45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks.1
Agregat lolos ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks.10

Sumber: Spesifikasi umum, 2018

3. Filler

Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya kecuali untuk mineral Asbuton (Spesifikasi Umum 2010, revisi 3).

Benzoin

Benzoin merupakan getah yang dihasilkan dari pohon kemenyan.



Gambar 1. Benzoin

Sumber: Bahan penelitian, 2024

Pada umumnya *benzoin* digunakan sebagai bahan baku industri dan farmasi karna kandungan *benzoin* terdiri dari Asam Sinamat, Sinamail Sinamat, Asam Benzoate, Cavicol, Benzil Sinamat, Atropic Acid dan vanillin (Bagus P. & Ganis L, 2020). *Benzoin* memiliki Ciri fisis dengan warna bening sedikit kecoklatan dan ada yang putih dengan sedikit kemerah-merahan dengan bentuk yang keras namun mudah hancur, meleleh apabila terkena suhu yang tinggi dan memiliki bau harum yang khas.

Marshall

Marshall adalah alat uji tekan perkerasan yang telah distandarisasi penggunaannya dan sebagai salah satu syarat pengujian pekerjaan lapisan perkerasan. Tujuan pengujian Marshall untuk mengukur kekuatan campuran perkerasan terhadap kelelehan. Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter* (Silvia Sukirman, 2016). *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelehan plastis atau *flow*. Benda uji *Marshall* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991.

Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban tanpa ada terjadinya perubahan bentuk. Nilai stabilitas didapat dari pembacaan jarum dial pada alat Marshall saat benda uji diberi tekanan.

Flow

Kelelehan (*flow*) merupakan hasil pembacaan jarum dial alat Marshall yang didapat berdasarkan besarnya perubahan bentuk vertikal mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimal benda uji.

VIM

VIM (*Void in Mix*) merupakan volume rongga yang terbentuk antara campuran agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal yang telah dipadatkan. Satuan yang digunakan pada VIM adalah persentase.

VMA

VMA (*Void in the Mineral Agregate*) adalah banyaknya rongga di antara agregat kasar, agregat halus dan *filler* didalam beton aspal padat yang dinyatakan dalam persentase. Nilai VMA yang terlalu besar dan terlalu kecil dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi material, jumlah tumbukan dan suhu pemadatan.

VFA

VFA (*Void Filled with Asphalt*) adalah bagian dari VMA yang terisi oleh aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang menyerap ke dalam pori masing-masing butir agregat.

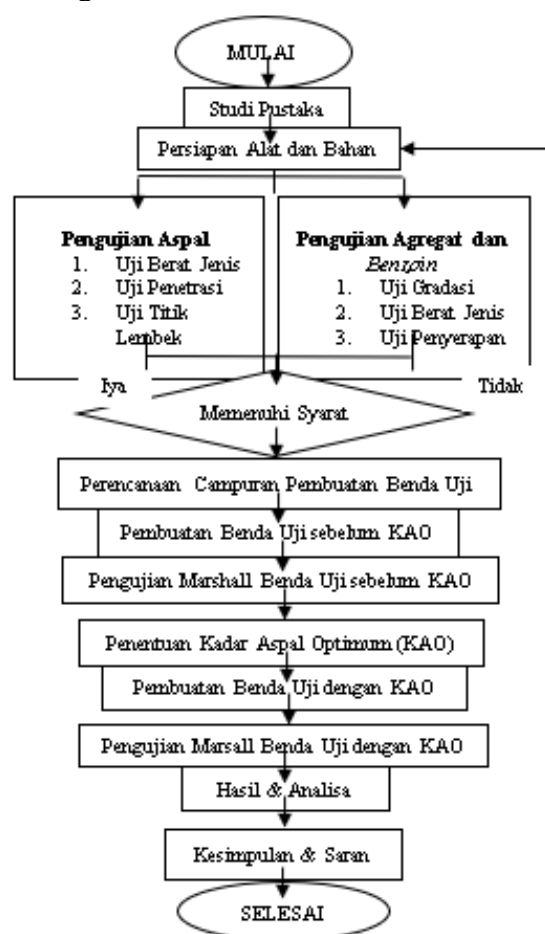
MQ

MQ (*Marshall Quotient*) adalah perbandingan nilai stabilitas dengan *flow* dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekakuan suatu campuran aspal. *Marhsall Quotient* merupakan indikator dari kelenturan yang potensial terhadap keretakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Rapi Arjasa yang berlokasi Jl. PTP IX, Jl. Megawati, Serba Jadi, Sunggal, Deli Serdang, Sumatera Utara, 20374. Penelitian ini dibuat berdasarkan sepsifikasi lapisan *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC). Membuat campuran dengan bahan tambah *benzoin* dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% dan kadar aspal 4,5%,

5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. Setelah itu melakukan pemeriksaan terhadap material penyusun perkerasan pada aspal, agregat dan *benzoin* berdasarkan syarat ketentuan pengujian yang digunakan. Metode penelitian ini menggunakan Metode Marshall dan Prosedur pengujian Marshall mengikuti: SNI 06-2489-1991 dengan rujukan Spesifikasi Bina 2018. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain Aspal pen 60/70, agregat kasar dan halus yang berasal dari PT. Rapi Arjasa, *filler* yang digunakan semen padang dan *benzoin* yang berasal dari Sumatera Utara. Untuk mempermudah proses penelitian maka tahapan ini disederhanakan dalam bentuk diagram alir.



Gambar 2. Diagram alir proses penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan material penyusun campuran

Pemeriksaan material penyusun campuran aspal sangat penting dilakukan sebelum pembuatan benda uji. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik serta sifat karakteristik material yang digunakan. Pemeriksaan material juga digunakan sebagai data pendukung pada perhitungan Marshall. Pemeriksaan ini meliputi pengujian penetrasi, titik lembek dan berat jenis pada aspal serta pengujian analisa saringan, berat jenis dan penyerapan pada agregat kasar dan halus. Berikut hasil pemeriksaan material yang terdapat pada Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 5. Hasil pengujian material aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Unit	Metode Uji	Spesifikasi		Aspal 60/70
				Min	Max	
1.	Penetrasi 25°C	0,1 mm	SNI 2456:2011	60	70	68,9
2.	Titik Lembek	°C	SNI 2434:2011	48		48,3
3.	Berat Jenis Aspal		SNI 2441:2011	≥ 1		1,025

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 6. Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar dan agregat halus

Ukuran Saringan		Kombinasi Gradasi Aspal Normal	Kombinasi Gradasi Aspal dengan Benzoin 5%	Kombinasi Gradasi Aspal dengan Benzoin 10%	Kombinasi Gradasi Aspal dengan Benzoin 15%
inch	mm				
1"	25,4	100,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,00	90,59	90,59	90,59	90,59
1/2"	12,70	78,78	78,78	78,78	78,78
3/8"	9,53	68,54	68,54	68,54	68,54
No. 4	4,76	52,65	52,69	52,73	52,77
No. 8	2,38	41,80	42,91	44,01	45,12
No. 16	1,18	29,03	30,94	32,86	34,77
No. 30	0,60	22,61	24,03	25,46	26,89
No. 50	0,30	16,49	17,60	18,71	19,83
No. 100	0,15	10,00	10,44	10,88	11,31
No. 200	0,075	7,77	7,28	6,78	6,28

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Tabel 7. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus

No.	Agregat	Pengujian	Hasil Pengujian
1	Abu Batu	Bulk	2,520
		SSD	2,556
		Absorption	1,420
2	Pasir	Bulk	2,526
		SSD	2,556
		Absorption	1,215
3	Batu Medium	Bulk	2,626
		SSD	2,653
		Absorption	0,995
4	Batu 3/4"	Bulk	2,613
		SSD	2,624
		Absorption	0,804
5	Batu 1"	Bulk	2,788
		SSD	2,798
		Absorption	0,304
6	Benzoin	Bulk	1,805
		SSD	1,917
		Absorption	6,202

Sumber: Hasil penelitian, 2024

Berdasarkan hasil pemeriksaan material didapat kebutuhan campuran agregat yang

akan digunakan untuk pembuatan benda uji pada Tabel 8 berikut.

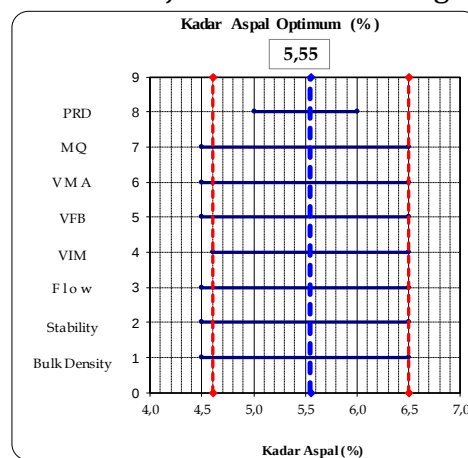
Tabel 8. Hasil penentuan persentase agregat

No.	Agregat	Komposisi			
		Variasi Normal	Variasi Benzoin 5%	Variasi Benzoin 10%	Variasi Benzoin 15%
1.	Abu Batu	38%	33%	28%	23%
2.	Pasir	9%	9%	9%	9%
3.	Batu Medium	23%	23%	23%	23%
4.	Batu 3/4"	16%	16%	16%	16%
5.	Batu 1"	11%	11%	11%	11%
6.	Benzoin	0%	5%	10%	15%
7.	Filler	3%	3%	3%	3%

Sumber: Hasil analisis perhitungan, 2024

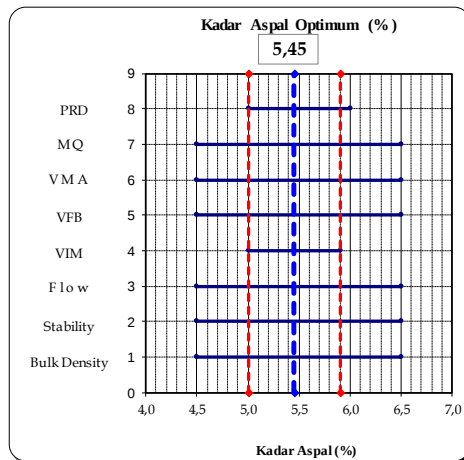
Hasil analisis perhitungan penentuan KAO (Kadar Aspal Optimum)

Kadar Aspal Optimum merupakan kadar aspal yang dengan kondisi yang terbaik pada suatu campuran perkerasan. KAO didapat berdasarkan nilai rata rata dari rentang kadar maksimum dan minimum yang memenuhi syarat nilai masing-masing karakteristik pada hasil pengujian menggunakan kadar aspal rencana. Hasil analisis perhitungan penentuan KAO ini bertujuan untuk mengetahui kadar yang akan digunakan dalam pembuatan benda uji berikutnya. Berikut hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah ini.

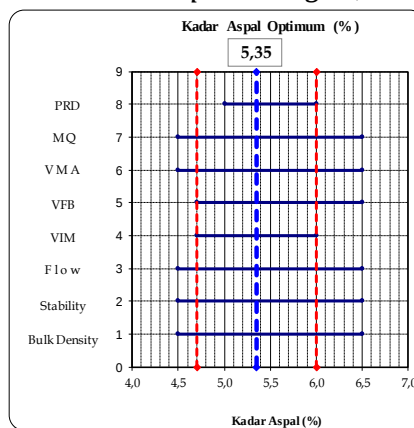


Gambar 3. Hasil kadar aspal optimum aspal normal

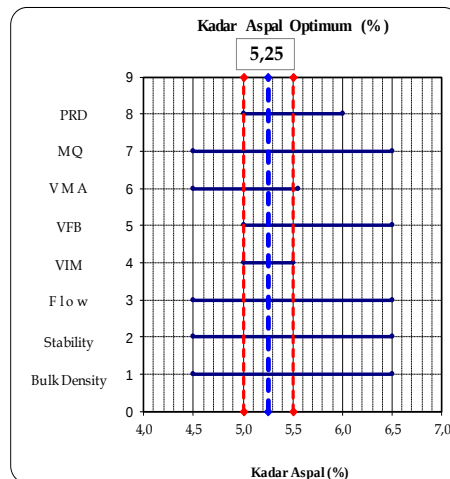
Sumber: Hasil perhitungan, 2024



Gambar 4. Hasil kadar aspal optimum aspal dengan bahan tambah *benzoin* 5%
Sumber: Hasil perhitungan, 2024



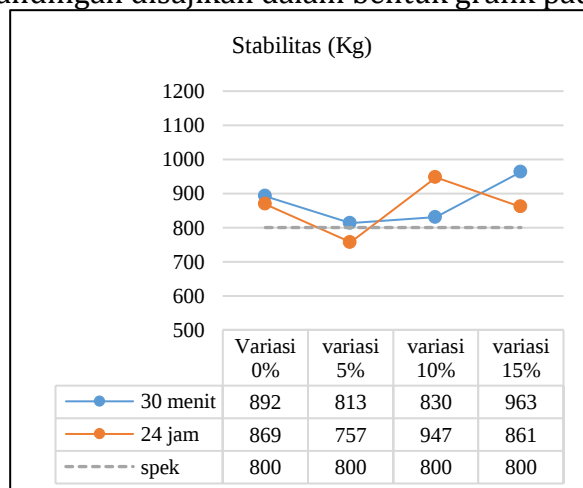
Gambar 5. Hasil kadar aspal optimum aspal dengan bahan tambah *benzoin* 10%
Sumber: Hasil perhitungan, 2024



Gambar 6. Hasil kadar aspal optimum aspal dengan bahan tambah *benzoin* 15%
Sumber: Hasil perhitungan, 2024

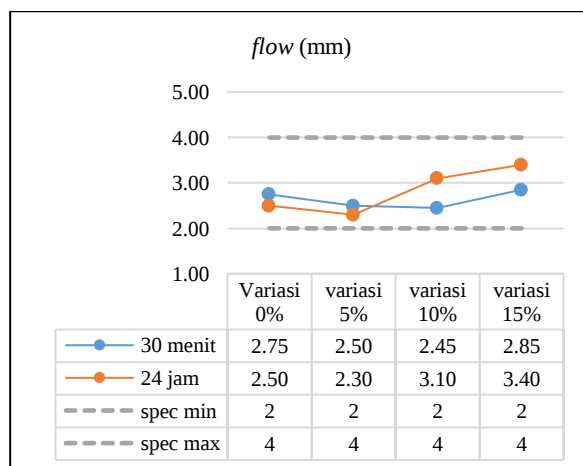
Hasil perbandingan karakteristik Marshall setelah KAO

Pengujian Marshall setelah KAO bertujuan untuk mengetahui perbandingan benda uji terhadap variasi campuran dan waktu perendaman yang berbeda. Hasil pengujian ini untuk mengetahui nilai karakteristik Marshall berupa stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFB, MQ dan stabilitas sisa terhadap campuran aspal normal, aspal dengan bahan tambah *benzoin* 5%, aspal dengan bahan tambah *benzoin* 10% dan aspal dengan bahan tambah *benzoin* 15%. Berikut hasil perbandingan disajikan dalam bentuk grafik pada gambar dibawah.



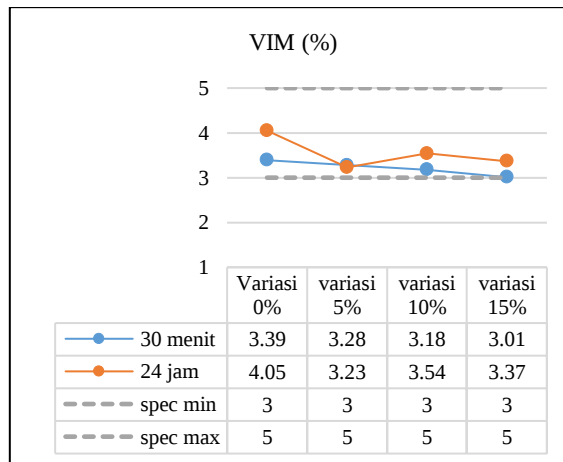
Gambar 7. Perbandingan nilai stabilitas terhadap variasi campuran dan waktu perendaman

Sumber: Hasil perhitungan, 2024



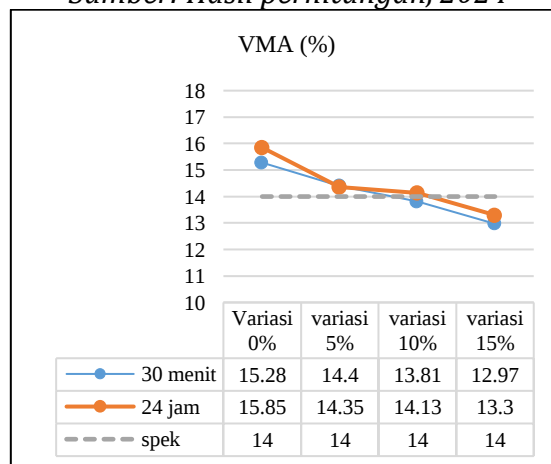
Gambar 8. Perbandingan nilai *flow* terhadap variasi campuran dan waktu perendaman

Sumber: Hasil perhitungan, 2024



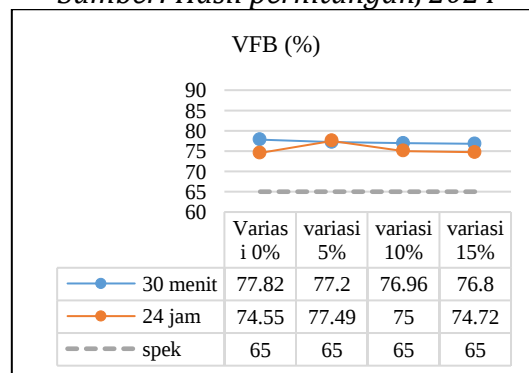
Gambar 9. Perbandingan nilai VIM terhadap variasi campuran dan waktu perendaman

Sumber: Hasil perhitungan, 2024



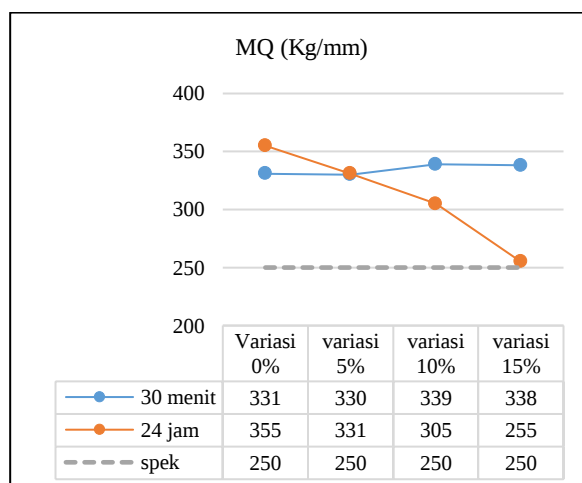
Gambar 10. Perbandingan nilai VMA terhadap variasi campuran dan waktu perendaman

Sumber: Hasil perhitungan, 2024



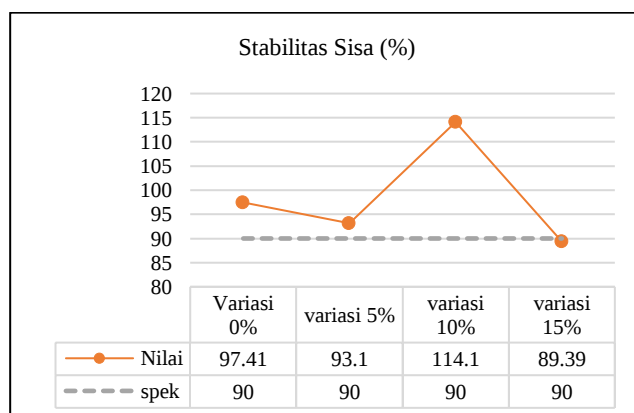
Gambar 11. Perbandingan nilai VFB terhadap variasi campuran dan waktu perendaman

Sumber: Hasil perhitungan, 2024



Gambar 12. Perbandingan nilai MQ terhadap variasi campuran dan waktu perendaman

Sumber: Hasil perhitungan, 2024



Gambar 13. Perbandingan nilai stabilitas sisa terhadap variasi campuran

Sumber: Hasil perhitungan, 2024

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapat Kadar Aspal Optimum pada aspal normal 5,55%, Kadar Aspal Optimum pada aspal dengan tambahan *benzoin* 5% adalah 5,45%, Kadar Aspal Optimum pada aspal dengan tambahan *benzoin* 10% adalah 5,55% dan Kadar Aspal Optimum pada aspal dengan tambahan *benzoin* 15% adalah 5,55%.

Ditinjau dari nilai Marshall, pengaruh *benzoin* terhadap campuran setelah Kadar Aspal Optimum yaitu terjadinya peningkatan serta penurunan terhadap variasi campuran dan waktu perendaman dan hasil akhir yang didapatkan bahwa tidak semua penggunaan variasi persentase *benzoin* dapat digunakan pada campuran aspal beton. Terlihat pada variasi kemenyan 15% tidak masuk pada nilai stabilitas Marshall sisa karena berada dibawah 90% yang merupakan Spesifikasi Umum tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [Direktorat Jendral Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3. Departemen Pekerjaan Umum. Sumatera Utara.](#)
- [2] [Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018. Departemen Pekerjaan](#)

- [Umum. Sumatera Utara.](#)
- [3] [Krebs, R.D. & R.D. Walker. 1971. *Highway Materials*. \(6th ed\). New York: McGraw-Hill Book Company.](#)
- [4] [Praditya B. & Lukmandaru G. 2020. *Komponen Kimia Getah Kemenyan \(Styrax spp.\) Dari Hutan Rakyat Polung Kabupaten Hasundutan Sumatera Utara*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.](#)
- [5] [Sukirman S. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*: Edisi ketiga, Cetakan keempat. Institut Teknologi Nasional. Bandung.](#)

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN