

Pengaruh Penggunaan Parafin sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Marshall

Muhammad Anwar¹, Muhammad Gesit F.², Asma Massara³, Bulgis⁴, Salim⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

¹anwarmuhammad245@gmail.com ²muhammadgesti14@gmail.com ³asma.massara@umi.ac.id

⁴bulgis.bulgis@umi.ac.id ⁵salim.salim@umi.ac.id

ABSTRAK

Sebagian besar konstruksi jalan raya di Indonesia menggunakan sistem perkerasan lentur terutama pada campuran beton aspal (Asphalt Concrete) dengan menggunakan campuran aspal dan agregat sebagai lapis permukaan. Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat sedangkan agregat berfungsi sebagai tulangan struktur perkerasan. Banyak perkerasan jalan di Indonesia sering mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana, yang mungkin saja disebabkan oleh pengaruh cuaca. Pada saat musim hujan, tidak sedikit jalan-jalan di Indonesia yang terendam air akibat banjir. Hal ini bisa saja mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah ketahanan atau keawetan jalan (durability). Maksud dari penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan parafin sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC terhadap karakteristik Marshall dan penambahan parafin terhadap indeks kekuatan sisa campuran AC-WC. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Metode yang di gunakan dalam mengelola data yaitu metode analisis regresi. Hasil penelitian yaitu Penambahan parafin memberikan pengaruh negative terhadap campuran. Dengan adanya parafin dalam aspal membuat campuran lebih lunak hal ini dibuktikan dengan peningkatan nilai flow. Dan dengan adanya parafin Nilai Indeks Kekuatan Sisa semakin menurun seiring bertambahnya parafin. Hal ini disebabkan karena penambahan parafin mengurangi daya lekat aspal sehingga campuran dengan penambahan parafin yang berlebih mengurangi kekuatan campuran terhadap air.

Kata Kunci: Parafin, Bahan Tambah, Marshall.

ABSTRACT

Most of the highway construction in Indonesia uses a flexible pavement system, especially on asphalt concrete mixtures (Asphalt Concrete) using a mixture of asphalt and aggregate as a surface layer. Asphalt functions as a binder while aggregate functions as reinforcement for the pavement structure. Many road pavements in Indonesia often experience damage before reaching the design age, which may be caused by the influence of the weather. During the rainy season, many roads in Indonesia are submerged in water due to flooding. This could affect the performance of the asphalt pavement, especially the problem of road durability (durability). The purpose of this study was to determine the effect of using paraffin as an additive in the AC-WC mixture on the Marshall characteristics and the addition of paraffin on the residual strength index of the AC-WC mixture. The method used in this study is the method used in managing data, namely the method of regression analysis. The results of the study, namely the addition of paraffin gave a negative effect on the mixture. The presence of paraffin in asphalt makes the mixture softer, this is evidenced by an increase in the flow value. And in the presence of paraffin, the Residual Strength Index Value decreases with increasing paraffin. This is because the addition of paraffin reduces the adhesive power of the asphalt so that the mixture with the addition of excess paraffin reduces the strength of the mixture against water.

Keywords: Paraffin, Additives, Marshall

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar konstruksi jalan raya di Indonesia menggunakan sistem perkerasan lentur terutama pada campuran beton aspal (*Asphalt Concrete*) dengan menggunakan campuran aspal dan agregat sebagai lapis permukaan. Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat sedangkan agregat berfungsi sebagai tulangan struktur perkerasan. Banyak perkerasan jalan di Indonesia sering mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana, yang mungkin saja disebabkan oleh pengaruh cuaca. Pada saat musim hujan, tidak sedikit jalan-jalan di Indonesia yang terendam air akibat banjir. Hal ini bisa saja mempengaruhi kinerja perkerasan aspal khususnya masalah ketahanan atau keawetan jalan (*durability*).

Kondisi jalan yang selalu terendam oleh air mampu menurunkan sifat durabilitas lapisan perkerasan aspal. Hal ini menjadi lebih buruk lagi jika selama masa pelayanan terjadi proses penuaan pada campuran aspal, sehingga menyebabkan kinerja perkerasan aspal menurun, seperti nilai stabilitas rendah, rongga antar butir atau campuran kurang padat dan sifat durabilitas buruk.

Sampai saat ini telah banyak usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas konstruksi perkerasan jalan, diantaranya dengan melakukan penelitian mengenai komposisi campuran pada perkerasan dengan berbagai alternatif material. Umumnya penelitian tersebut dilakukan adalah selain untuk mengkaji kemungkinan penggunaan material sebagai bahan baru untuk bahan perkerasan, juga upaya untuk mendapatkan suatu campuran beraspal yang bermutu dan murah.

Dari permasalahan diatas penulis mencoba meneliti penggunaan parafin sebagai bahan tambah pada campuran aspal. Karena parafin memiliki sifat-sifat yang mungkin mampu berpengaruh positif pada campuran aspal, diantaranya memiliki daya tolak tembus basah yang baik, mudah dicairkan, dan cepat membeku. Parafin merupakan produk

samping hasil pengolahan minyak bumi yang disebut juga lilin BPM. Parafin sering digunakan sebagai campuran lilin pada proses pembatikan. Lilin parafin pertama kali diproduksi secara komersial pada tahun 1867, kurang dari 10 tahun setelah sumur minyak pertama dibor. Lapisan endapan parafin lebih mudah terjadi pada proses pendinginan minyak bumi. Parafin juga membantu dalam proses ekstraksi parfum dari bunga dan juga merupakan bahan dasar untuk pembuatan salep medis dan lapisan kedap air yang biasa digunakan dalam kayu untuk korek api, sehingga stik kayu tersebut membantu dalam proses menyalakan api. Selain dari itu parafin juga mudah ditemukan dan memiliki harga yang relatif murah.

Angel Vega-Zamanilloke, pada penelitiannya yang berjudul *Density, Adhesion and Stiffness of Warm Mix Asphalts*. Menyatakan bahwa parafin yang diperoleh dengan proses sintesis Fischer-Tropsch, yang benar-benar larut dalam bitumen. Produk ini mengurangi viskositas pengikat pada suhu rendah, meningkatkan kekompakan campuran dan meningkatkan ketahanan terhadap deformasi permukaan (Vega-Zamanillo et al., 2014). Mehmet Bayazit juga menyatakan dalam penelitiannya yang berjudul *Moisture Susceptibility of Warm Mix Asphalt*, bahwa penambahan wax S dan wax MW mengurangi penetrasi dan meningkatkan titik lunak, menunjukkan efek kekakuan. Sedangkan pada aspal modifikasi PW nilai penetrasinya meningkat secara signifikan tetapi titik lembeknya tetap sama. dimana dalam penelitiannya menggunakan tiga jenis lilin yaitu, lilin parafin, lilin montan dan lilin polietilena (Bayazit et al., 2014). Beberapa penelitian terdahulu lainnya diantaranya, Captain Gospel Otto, (2020), pada penelitiannya yang berjudul *Performance Analysis of Candle Wax Modified Asphalt Pavement Wearing Course Submerged in Moisture*, menyatakan bahwa dimasukkannya lilin sebagai pengubah panas campuran aspal meningkatkan perilaku kedap air

sehingga meningkatkan umur kelelahannya (Otto & Akpila, 2020). Abdelhalim M. Azam, (2019), pada penelitiannya yang berjudul Evaluation of Asphalt Mixtures Modified With Polimer and Wax menyatakan bahwa campuran aspal modifikasi memiliki ketahanan terhadap kerusakan lengas yang lebih baik dan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan campuran konvensional. Beberapa diantaranya menyatakan pengaruh positif terhadap penambahan parafin namun ada juga yang sebaliknya diantaranya (Azam et al., 2019). Ir. Tjitjik Wasiah Suroso dalam penelitiannya yang berjudul, Pengaruh Adanya Parafin Lilin Terhadap Karakteristik Aspal Dan Campuran Beraspal, menyatakan bahwa adanya parafin lilin menurunkan kinerja campuran beraspal (Suroso, 2011).

Berdasarkan pertimbangan yang telah dikemukakan di atas maka pada Tugas Akhir ini penulis ingin mengadakan penelitian dengan judul “Pengaruh Penggunaan Parafin Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC. Dengan harapan penggunaan parafin sebagai bahan tambah mampu memberikan pengaruh positif yang mempunyai sifat yang lebih unggul dibanding aspal biasa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka pokok permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan parafin terhadap karakteristik *Marshall*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan parafin terhadap indeks kekuatan sisa campuran aspal beton AC-WC?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan melihat permasalahan di atas adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan parafin sebagai bahan tambah pada campuran AC-WC terhadap karakteristik *Marshall*.
2. Mengetahui pengaruh penambahan

parafin terhadap indeks kekuatan sisa campuran AC-WC.

2. Metode Penelitian

2.1 Uraian Tahapan Penelitian

A. Studi pendahuluan

Studi pendahuluan adalah dengan mengumpulkan referensi-referensi yang akan digunakan dalam penelitian serta menentukan bahan dan tempat pengujian.

B. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan adalah penyiapan/pengadaan bahan, peralatan dan perlengkapan untuk pengujian.

C. Pengujian Bahan

Pengujian bahan dimaksudkan untuk mengetahui bahan yang akan dipakai dapat memenuhi persyaratan, pengujian meliputi aspal, agregat kasar, agregat halus, dan agregat pengisi (filler).

2.2 Perencanaan dan Pengujian

A. Perencanaan Jumlah Benda Uji

Dalam penelitian ini sampel/benda uji yang direncanakan:

1. Untuk mencari Kadar Aspal Optimum dibuat 5 benda uji dengan 5 variasi kadar aspal $\sum = 5 \times 3 = 15$ benda uji,
2. Pada kadar aspal optimum, dibuat benda uji menggunakan 5 variasi Parfin (0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%) $\sum = 5 \times 3 = 15$ benda uji,
3. Untuk mencari IKS dibuat benda uji menggunakan variasi Parfin dengan masa perendaman 24 jam $\sum = 3 \times 5 = 15$ benda uji

Sehingga total benda uji : $\sum_{total} = 15 + 15 + 15 = 45$ benda uji

B. Menentukan komposisi agregat

Sebelum pembuatan benda uji di tentukan komposisi setiap bahan yang digunakan atau merancang campuran yang meliputi perencanaan agregat, penentuan aspal dan pengukuran komposisi masing-masing fraksi baik agregat, aspal, dan filler yang akan digunakan dalam penelitian.

C. Perencanaan Campuran Aspal AC-WC

Perencanaan campuran meliputi pemilihan gradasi agregat, tingkatan aspal dan penentuan kadar aspal optimum. Tujuannya adalah untuk

Pengaruh Penggunaan Parafin sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Marshall

menghasilkan suatu perencanaan yang ekonomis dan memenuhi kriteria teknik. Campuran AC-WC harus direncanakan agar memiliki stabilitas dan keawetan yang cukup baik untuk mengantisipasi beban lalu lintas maupun untuk mencegah pengaruh masuknya udara, air dan perubahan suhu.

Berdasarkan hasil analisis saringan maka ditentukan berat masing-masing ukuran agregat dengan presentase yang telah ditetapkan terlebih dahulu dalam target gradasi. Setiap benda uji umumnya memerlukan berat agregat 1200 gram.

Rumus perkiraan awal kadar aspal rencana :

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

PB = Perkiraan kadar aspal rencana

CA = Agregat kasar, butiran agregat > 2,36 mm

FA = Agregat halus, butiran agregat < 2,36 mm

FF = Bahan pengisi, butiran agregat lolos saringan No. 200

D. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar Aspal Optimum adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Untuk menentukan Kadar Aspal Optimum dibuat 5 variasi kadar aspal rencana.

E. Perencanaan Campuran AC-WC dan Parafin

Parafin merupakan produk samping hasil pengolahan minyak bumi mentah. Pada penelitian ini parafin yang digunakan adalah parafin yang berupa parafin padat. Perencanaan campuran AC-WC dengan penambahan Parafin dilakukan pada kadar aspal optimum. Komposisi campuran AC-WC dengan parafin pada penelitian ini dengan perbandingan 0% sampai 2,5% dengan interval 0,5% terhadap berat aspal. Pencampuran parafin dilakukan secara langsung, dimana aspal dipanaskan dan kemudian dimasukkan parafin.



Gambar 1 Parafin Pada

F. Pengujian Benda Uji

Pengujian ini meliputi pemeriksaan agregat, filler, dan aspal. Pemeriksaan agregat dan filler bertujuan untuk mengetahui apakah agregat yang dipilih memenuhi syarat sebagai bahan penyusun campuran AC-WC, sedangkan pemeriksaan aspal untuk mengetahui

apakah aspal yang dipilih sudah memenuhi syarat sebagai bahan perekat. Pengujian campuran aspal beton meliputi:

1. Marshall Test

Pengujian Marshall yang ditujukan untuk menentukan kadar aspal optimum dengan menganalisa Void In the Mix Void in

Mineral Agregat Void Filled with Asphalt yang dilaksanakan pada kondisi standar (2 x 75) tumbukan dan pada kondisi Refusal Density (2 x 400) tumbukan.

2. Perendaman

AASHTO menggambarkan prosedur yang berdasarkan pada pengukuran kehilangan dari hasil sebuah kekuatan tekan dari aksi air pada perendaman campuran aspal. Suatu indeks numerik berkurangnya kekuatan tekan diperoleh dengan membandingkan kekuatan tekan benda uji yang telah direndam di dalam air selama 24 jam pada suhu 60 ± 1 °C dan 2 jam di dalam air pada suhu 25 ± 1 °C di bawah kondisi yang ditentukan.

Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas tandar, dinyatakan sebagai persen dan disebut Indeks Kekuatan Sisa (IKS), serta dihitung sebagai berikut :

$$IKS = (S2/S1) \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

IKS = Indeks Kekuatan Sisa (%)

S1 = Stabilitas Marshall Standar (kg)

S2 = Stabilitas Marshall Perendaman (kg)

2.3 Metode Analisis Data

Metode yang di gunakan dalam mengelola data yaitu metode analisis regresi. Analisis regresi digunakan untuk

mengetahui pola relasi atau hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebasnya dengan tingkat kesalahan yang kecil. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel.

Dalam analisis regresi terdapat dua jenis variabel, yaitu :

1. Variabel bebas, yaitu variabel yang keberadaannya tidak dipengaruhi oleh variabel lain.
2. Variabel tak bebas/terikat, yaitu variabel yang keberadaannya dipengaruhi oleh variabel bebas.

Dengan analisis regresi kita dapat memprediksi perilaku dari variabel terikat dengan menggunakan data variabel bebas. Hubungan linear adalah hubungan jika satu variabel mengalami kenaikan atau penurunan, maka variabel yang lain juga mengalami hal yang positif, maka setiap kenaikan variabel bebas akan membuat kenaikan juga pada variabel terikat.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

Data hasil pemeriksaan aspal dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi
1	Berat Jenis	1,04	≥ 1
2	Titik Nyala (°C)	266	≥ 232
3	Titik Lembek (°C)	51	≥ 48
4	Penetrasi 25°C; 100 gr; 5 detik 0,1 mm	62,60	60 – 70
5	Daktalitas (cm)	137,5	≥ 100

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh data nilai karakteristik aspal untuk bahan pembuatan lapis aspal beton. Metode pengujian dilaksanakan sesuai SNI yang berlaku dan hasil pengujian yang telah dilakukan membuktikan bahwa telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

3.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar dan Abu Batu

Pengujian agregat meliputi : Analisa saringan atau gradasi agregat, pengujian abrasi, serta pengujian berat jenis dan penyerapan. Pemeriksaan agregat menggunakan satu set saringan berukuran 3/4, 1/2, 3/8, 4, 8, 10, 30, 50, 100,200.

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus

Pengaruh Penggunaan Parafin sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Marshall

Pengujian	Pedoman	Hasil		Spesifikasi
		0,5 - 1	1 - 2	
Bulk (gr/cc)	SNI 1970-2008	2,46	2,56	≥ 2,5
Berat Jenis (gr/cc)	SNI 1970-2008	2,52	2,62	≥ 2,5
Penyerapan (%)	SNI 1970-2008	2,35	2,45	≤ 3

Dari hasil analisis pada tabel 2 yaitu pemeriksaan agregat kasar dan abu batu yang digunakan telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

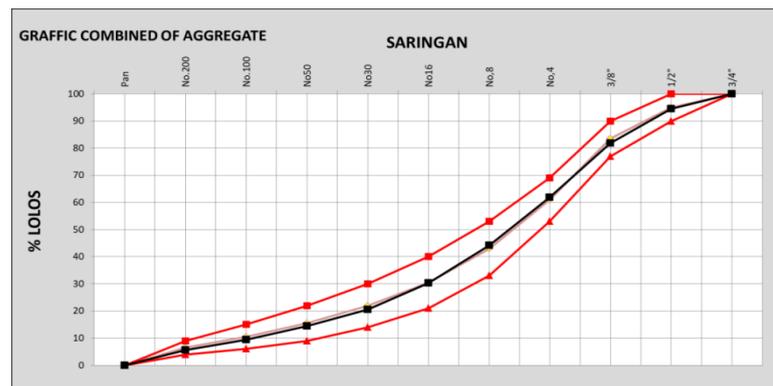
3.3 Proporsi Agregat Gabungan
Untuk pembuatan campuran aspal perlu diketahui juga proporsi agregat gabungan. Hasil penentuan gradasi gabungan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3 Proporsi Agregat Campuran

Analisa agregat metode trial and error													
No.	% Lolos 1 - 2	% Lolos 0,5 - 1	% Lolos Abu Batu	1 - 2		0,5 - 1		Abu batu 55%	Total Agregat	Spesifikasi			Ideal
				15%	30%	100	-			100			
(3/4")	100	100	100	15	30	55	100	100	-	100	100		
(1/2")	63.28	100	100	9.49	30	55	94.49	90	-	100	95		
(3/8")	41.33	68.78	100	6.20	20.63	55	81.83	77	-	90	83.5		
4	0.57	22.85	100	0.09	6.85	55	61.94	53	-	69	61		
8	0.00	1.13	79.66	0	0.34	43.81	44.15	33	-	53	43		
16	0.00	0.00	55.21	0	0	30.37	30.37	21	-	40	30.5		
30	0.00	0.00	37.47	0	0	20.61	20.61	14	-	30	22		
50	0.00	0.00	26.25	0	0	14.44	14.44	9	-	22	15.5		
100	0.00	0.00	17.03	0	0	9.37	9.37	6	-	15	10.5		
200	0.00	0.00	10.32	0	0	5.68	5.68	4	-	9	6.5		

Dari hasil penggabungan agregat diatas telah memenuhi standar spesifikasi

maka, dimasukkan pada grafik campuran sebagai berikut:



Gambar 2 Grafik Penggabungan Agregat

Dari grafik dan tabel yang telah di lampirkan dapat di simpulkan bahwa proporsi agregat gabungan yang di rancang memenuhi Spesifikasi Standar Bina marga 2018 untuk gradasi

campuran Laston AC-WC. Dari grafik penggabungan agregat metode Trial and Error didapatkan fraksi gradasi agregat adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Fraksi Gradasi Agregat

No. Saringan	Gradasi (%)			Gabungan (%)
	Batu Pecah (1 - 2)	Batu Pecah (0,5 - 1)	Abu Batu	
19,1 (3/4")	0	0	0	0
12,7 (1/2")	5,51	0	0	5.509
9,52 (3/8")	3,29	9	0	12.658
No. 4	6,11	14	0	19.893
No. 8	0,09	6,51	11.19	17.787
No. 16	0	0,34	13.45	13.787
No. 30	0	0	9.75	9.755
No. 50	0	0	6.17	6.172
No. 100	0	0	5.07	5.070
No. 200	0	0	3.69	3.692
PAN	0	0	5.676	5.676

Tabel 5 Rekapitulasi Pengujian Marsahall (KAO)

Sifat Campuran	Sifat Campuran					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Kadar aspal (%)	4,5	5	5,5	6	6,5	
Density (kg/mm ³)	2,24	2,25	2,25	2,26	2,26	≥ 2,2
VIM (%)	6,94	5,88	4,96	4,20	3,63	3 – 5
VMA (%)	16,05	16,12	16,31	16,66	17,16	≥ 15
VFA (%)	56,81	63,67	69,67	74,80	79,03	≥ 63
Stabilitas (kg)	1046,61	1113,10	1141,77	1163,19	1140,93	800-1800
Flow (mm)	3,87	3,40	3,20	3,00	3,10	2 – 4
MQ (kg/mm)	270,68	327,53	357,08	393,51	364,28	Min 250

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai kadar aspal terhadap karakteristik campuran seperti pada Tabel 5 Dari hasil pengujian tersebut memperoleh nilai kadar aspal optimum. Kadar aspal optimum akan digunakan pada perencanaan campuran AC-WC dengan variasi bahan tambah parafin 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%.

3.3.1 Hubungan Kadar Aspal terhadap Stabilitas

Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran dengan kadar aspal 4,5% hingga kadar aspal 6,5% memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dengan ketentuan 800kg - 1800kg. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap stabilitas menunjukkan bahwa penambahan kadar aspal 4,5% hingga 6% meningkatkan nilai stabilitas hingga kadar aspal optimum, dikarenakan aspal merupakan bahan pengikat yang

berfungsi menyelimuti agregat sehingga nilai VIM semakin kecil seiring bertambahnya kadar aspal, maka campuran akan tahan akan pembebanan sehingga nilai stabilitas semakin tinggi, tetapi seiring dengan penambahan kadar aspal yang melebihi dari nilai optimum maka stabilitasnya akan menurun karena aspal akan naik kepermukaan sehingga mengalami kegemukan atau bleeding, karena tebal selimut aspal bertambah dan dapat mengurangi sifat saling kunci antara agregat yaitu pada penambahan kadar aspal 6,5%.

3.3.2 Hubungan Kadar Aspal terhadap Flow

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai flow dari kadar aspal 4,5% hingga 6,5% memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dengan ketentuan 2 - 4 mm. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap flow menunjukkan bahwa kadar aspal 4,5%

mengalami penurunan sampai kadar aspal 6% dan mengalami peningkatan pada kadar aspal 6,5%. Hal ini disebabkan semakin bertambah kadar aspal, nilai VIM semakin kecil membuat campuran antara agregat dan aspal saling mengikat dengan baik sehingga nilai keruntuhan yang terjadi akan rendah. Besarnya nilai flow pada campuran dapat menggambarkan bahwa campuran tersebut lebih rentan terhadap terjadinya kelelahan, semakin kecil nilai flow maka campuran tersebut lebih tahan terhadap kelelahan yang akan terjadi pada campuran.

3.3.3 Hubungan Kadar Aspal terhadap VIM

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai VIM dari kadar aspal 4,5% - 5% tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018, tetapi kadar aspal 5,5% - 6,5% memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dengan ketentuan 3% - 5%. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap VIM menunjukkan bahwa nilai VIM pada kadar aspal 4,5% mengalami penurunan nilai persentase volume rongga campuran sampai kadar aspal 6,5%. Campuran dengan kadar aspal 4,5% - 5% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018, dikarenakan kadar aspal 4,5% - 5% tidak dapat mengisi rongga yang berisi udara dalam campuran (VIM) atau kadar aspal yang digunakan kurang yang menyebabkan nilai rongga dalam campuran (VIM) cukup besar. Semakin kecil nilai VIM pada campuran maka semakin semakin besar nilai VMA. Karena, apabila persentase rongga yang terdapat pada campuran semakin kecil, maka persentase rongga diantara butir agregat yang tertutupi aspal semakin besar. Namun, apabila kadar aspal berlebihan aspal akan naik ke permukaan sehingga kadar aspal optimum yang dapat mengisi rongga yang kurang tertutup atau menutupi semua rongga.

3.3.4 Hubungan Kadar Aspal terhadap VMA

Hasil pengujian kadar aspal pada campuran secara menyeluruh memenuhi

nilai VMA pada campuran berdasarkan spesifikasi Bina Marga yaitu minimal 15%. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap VMA menunjukkan semakin tinggi kadar aspal dalam campuran maka semakin tinggi nilai VMA dalam campuran dikarenakan semakin bertambahnya kadar aspal maka semakin bertambah juga volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat.

3.3.5 Hubungan Kadar Aspal terhadap VFA

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai VFA dari kadar aspal 4,5% dan 5% tidak memenuhi spesifikasi bina marga 2018, tetapi kadar aspal 5,5% hingga 6,5% memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dengan ketentuan minimal nilai VFA 65%. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap VFA pada menunjukkan bahwa nilai VFA atau persentase volume rongga yang berisi aspal mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar aspal yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh semakin besar nilai VMA maka semakin besar juga nilai VFA yang digunakan untuk mengisi rongga yang terdapat diantara butiran agregat. Pada kadar aspal 4,5% dan 5% persentase VFA belum memenuhi spesifikasi artinya kadar aspal yang digunakan kurang sehingga nilai VFA rendah yang disebabkan jumlah aspal efektif yang mengisi rongga-rongga antar butir agregat (VFA) tidak mencukupi sehingga rongga udaranya besar (VIM), hal ini akan mengurangi keawetan dari campuran.

3.3.6 Hubungan Kadar Aspal terhadap Berat Volume (Density)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai density dari kadar aspal 4,5% hingga 6,5% memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dengan ketentuan minimal 2,2 kg/mm³. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap density menunjukkan nilai density atau kepadatan pada kadar aspal 4,5% nilai density naik sampai kadar aspal 6% dan mengalami penurunan pada kadar 6,5%. Nilai density pada campuran dipengaruhi oleh besarnya nilai indeks

kelelahan (flow) dengan nilai Stabilitas. Semakin tinggi nilai persentase rongga yang tertutupi oleh aspal (VMA) maka nilai density atau kepadatan campuran tersebut juga akan semakin tinggi.

3.3.7 Hubungan Kadar Aspal terhadap Marshall Quotient

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Marshall Quotient dari kadar aspal 4,5% hingga 6,5% memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dengan ketentuan minimal 250 kg/mm. Hubungan penambahan kadar aspal terhadap Marshall Quotient pada grafik menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai Marshall Quotient mulai dari kadar aspal 4,5% hingga kadar aspal 6% kemudian terjadi penurunan pada kadar aspal 6,5%. Besarnya nilai Marshall Quotient tergantung dari besarnya nilai Stabilitas dengan nilai Flow. Nilai Marshall Quotient menunjukkan fleksibilitas campuran yaitu semakin besar nilai Marshall Quotient pada suatu campuran maka akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak. Demikian juga bila semakin kecil nilai.

3.3.8 Hubungan Kadar Aspal dengan Karakteristik Aspal Beton AC - WC

Hasil pengujian menunjukkan Barchart hubungan kadar aspal dengan karakteristik campuran di gunakan nilai tengah pada grafik yang memenuhi karakteristik Marshall Test, kadar aspal minimum dan kadar aspal maksimum yaitu 5,5% dan 6,5%. Dari nilai

maksimum dan minimum diambil nilai tengah dengan dijumlahkan kemudian di bagi dua.

$$KAO = (5,5\% + 6,5\%) / 2 = 6\%$$

Jadi KAO yang diperoleh sebesar 6%.

Kadar Aspal Optimum (KAO) pada suatu campuran Aspal Beton dipengaruhi karakteristik campuran seperti Density, Void In Mix (VIM), Void In Material Agregates (VMA), Void Filled with Asphalt (VFA), Stabilitas, Flow, dan Marshall Quotient. Dimana VIM menurun secara konsisten dengan bertambahnya kadar aspal. VFA secara konsisten bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. Stabilitas naik dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian turun. Marshall Quotient bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu kemudian menurun. Nilai kadar aspal optimum (KAO) yang akan digunakan pada perencanaan campuran Aspal beton AC-WC dengan bahan tambah Parafin dengan variasi kadar parafin 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%.

3.4 Analisis dan Hasil Pengujian Marshall Test Dengan KAO dan Variasi Parafin

Uji Marshall pada variasi campuran plastik dengan kadar aspal optimum dimaksudkan agar mendapatkan angka karakteristik marshall dan mengetahui pengaruh penambahan Parafin dalam campuran aspal, serta mendapatkan kadar Parafin paling efektif dalam pencampuran aspal.

Tabel 6 Data Pengujian Marshall

No	Karakteristik Marshall	Variasi persentase kadar plastic						Spesifikasi
		0%	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	
1	Stabilitas (kg)	1163,19	1153,74	1120,64	1092,27	978,78	780,19	800 – 1800
2	Flow (mm)	3,03	3,43	3,70	4,00	4,43	4,60	2 – 4
3	MQ (kg/mm)	383,51	336,65	303,21	273,21	220,81	169,53	≥ 180
4	Density (kg/cm ³)	2,258	2,256	2,254	2,250	2,249	2,245	≥ 2,2
5	VIM (%)	4,20	4,26	4,36	4,51	4,56	4,74	3 – 5
6	VMA (%)	16,66	16,71	16,80	16,93	16,97	17,10	≥ 15
7	VFA (%)	74,80	74,47	74,03	73,34	73,11	72,47	≥ 65

3.4.1 Pengaruh Parafin Terhadap Stabilitas

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan parafin 0,5% - 2% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu ≤ 800 kg. Hubungan parafin dalam aspal menurunkan nilai stabilitas dikarenakan nilai VIM semakin seiring bertambahnya parafin dalam aspal, maka kekuatan campuran dalam menahan beban semakin menurun, sehingga nilai stabilitas akan semakin menurun. Karena parafin memiliki daya lekat yang lemah sehingga mengurangi nilai ikat aspal seiring bertambahnya parafin.

3.4.2 Pengaruh Parafin Terhadap Flow

Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa nilai flow dai penambahan parafin 0,5% - 1,5% dalam aspal memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan ketentuan 2 – 4 mm. Hubungan penambahan parafin dalam aspal dengan flow menunjukkan peningkatan nilai flow seiring bertambahnya presentase parafin dalam aspal. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya parafin dalam aspal, maka nilai VIM semakin besar, sehingga nilai ikat campuran antara agregat dan aspal semakin menurun, karena nilai flow yang semakin tinggi membuat campuran semakin lembek atau lunak, sehingga nilai keruntuhan akan semakin tinggi.

3.4.3 Pengaruh Parafin Terhadap Void In Mixture (VIM)

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai VIM dari penambahan parafin 0,5% - 2,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan ketentuan 3% - 5%. Hubungan penambahan parafin dalam aspal terhadap nilai VIM menunjukkan bahwa nilai VIM mengalami peningkatan persentase volume rongga campuran seiring bertambahnya persentase parafin sehingga campuran akan lebih mudah mengalami oksidasi, karena rongga udara dalam campuran yang semakin meningkat seiring bertambahnya parafin.

3.4.4 Pengaruh Parafin Terhadap Void In Mineral Agregates (VMA)

Nilai berdasarkan grafik menunjukkan bahwa penambahan parafin dengan variasi 0,5% - 2,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu $\geq 15\%$. Hubungan penambahan parafin terhadap nilai VMA menunjukkan bahwa nilai VMA semakin meningkat seiring bertambahnya parafin. Sehingga semakin bertambah volume rongga yang terdapat di antara butir-butir agregat. Hal ini disebabkan karena penambahan parafin menurunkan nilai kekentalan aspal, hal ini ditandai dengan peningkatan nilai penetrasi, sehingga aspal akan semakin mudah mengisi rongga dalam campuran seiring bertambahnya parafin.

3.4.5 Pengaruh Parafin Terhadap Void Filled with Asphalt (VFA)

Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa nilai VFA dari penambahan parafin 0,5% - 2,5% keseluruhannya memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan ketentuan $\geq 65\%$. Hubungan penambahan parafin dalam aspal terhadap nilai VFA menunjukkan bahwa nilai VFA atau persentase volume rongga yang terisi aspal mengalami penurunan seiring bertambahnya parafin.

3.4.6 Pengaruh Parafin Terhadap Berat Volume (Density)

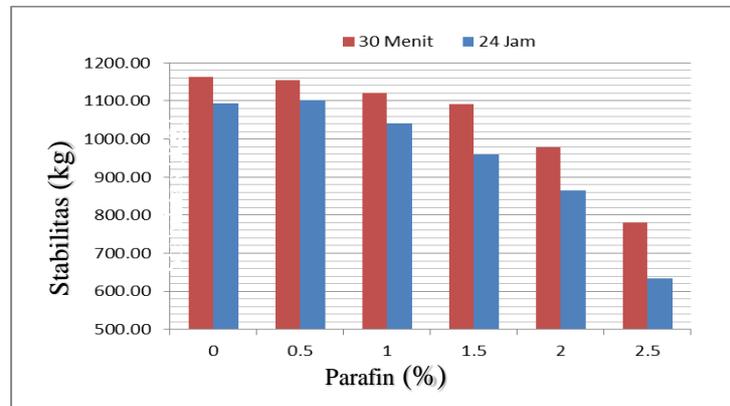
Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran dengan penambahan parafin 0,5% - 2,5% keseluruhan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan ketentuan $\geq 2,2$ kg/mm³. hubungan penambahan parafin terhadap density menunjukkan nilai density atau kepadatan menurun seiring bertambahnya persentase parafin. Hal ini disebabkan karena nilai ikat aspal yang semakin berkurang seiring bertambahnya parafin sehingga campuran semakin lunak akibatnya beban yang mampu diterima semakin menurun.

3.4.7 Pengaruh Parafin Terhadap Marshall Quotient

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai Marshall Quotient dari penambahan parafin 0,5% - 1,5% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan ketentuan ≥ 250 kg/mm, sedangkan nilai Marshall Quotient pada

penambahan parafin 2% dan 2,5% sudah tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

3.4.8 Pengaruh Parafin Terhadap Indeks Kekuatan Sisa (IKS)



Gambar 3 Grafik hubungan kadar parafin terhadap IKS

Tabel 7 Data pengujian marshall

Parafin	IKS %	Spesifikasi Bina Marga 2018 ≥ 90 %
0	94.02	Memenuhi
0,5	93.85	Memenuhi
1	92.83	Memenuhi
1,5	87.88	Tidak Memenuhi
2	88.41	Tidak Memenuhi
2,5	81.21	Tidak Memenuhi

Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa penambahan parafin 0,5% - 1% memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu dengan ketentuan $\geq 90\%$, sedangkan pada penambahan 1,5% - 2,5% sudah tidak memenuhi spesifikasi. Hubungan penambahan parafin terhadap nilai Indeks Kekuatan Sisa menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai indeks kekuatan sisa yang dipengaruhi oleh persentase parafin dalam campuran. Sehingga penambahan parafin yang berlebih membuat campuran tidak kedap air. Hal ini terjadi karena parafin yang menurunkan nilai ikat aspal sehingga nilai volume rongga campuran semakin meningkat seiring bertambahnya parafin sehingga campuran semakin tidak tahan terhadap air. Hal ini dibuktikan dengan penambahan parafin diatas 1,5% sudah tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

1. Penambahan parafin memberikan pengaruh negative terhadap campuran. Nilai stabilitas menurun terutama pada penambahan 2,5% tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Dengan adanya parafin dalam aspal membuat campuran lebih lunak hal ini dibuktikan dengan peningkatan nilai flow. Parafin dengan kadar 0,5% - 1,5% masih memenuhi spesifikasi, sedangkan pada kadar 2% - 2,5% sudah tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga. Nilai VIM dan VMA meningkat seiring bertambahnya kadar parafin pada aspal sehingga campuran akan lebih mudah mengalami retak karena mengalami oksidasi. Parafin dalam aspal menurunkan nilai FVA dan Density sehingga tingkat kelekatan

aspal juga ikut menurun, oleh karena itu campuran akan lebih mudah mengalami kerusakan.

2. Dengan adanya parafin Nilai Indeks Kekuatan Sisa semakin menurun seiring bertambahnya parafin. Penambahan parafin pada persentase 0,5% - 1,5% masih memenuhi standar sedangkan pada penambahan 2% - 2,5% sudah tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Hal ini disebabkan karena penambahan parafin mengurangi daya lekat aspal sehingga campuran dengan penambahan parafin yang berlebih mengurangi kekuatan campuran terhadap air.

4.2 Saran

1. Perlunya memperhatikan pengaruh negatif yang ditimbulkan oleh parafin terhadap aspal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh parafin terhadap perkerasan agar mendapat hasil dengan parameter yang lebih bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azam, A. M., El-Badawy, S. M., & Alabasse, R. M. (2019). Evaluation of asphalt mixtures modified with polymer and wax. *Innovative Infrastructure Solutions*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s41062-019-0230-3>
- Bayazit, M., Das, P. K., & Tasdemir, Y. (2014). Moisture susceptibility of warm mix asphalt. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, 21(6), 683–691. <https://doi.org/10.1201/b17219-88>
- Otto, C. G., & Akpila, S. B. (2020). Performance Analysis of Candle Wax Modified Asphalt Pavement Wearing Course Submerged in Moisture. *International Journal of New Technology and Research*, 6(11), 15–17.
- Suroso, T. W. (2011). *Pengaruh adanya parafin lilin terhadap karakteristik aspal dan campuran beraspal*.
- Vega-Zamanillo, Á., Calzada-Pérez, M.

A., Sánchez-Alonso, E., & Gonzalo-Orden, H. (2014). Density, Adhesion and Stiffness of Warm Mix Asphalts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160, 323–331. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.144>