

Pengaruh Penambahan Karet Alam Cair (Lateks) terhadap Kuat Tekan Marshall pada Campuran Aspal AC-WC

Billy Finanditho^{1*}, Amsori M.Das², Ria Zulfiati³

Program Studi Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, Indonesia^{1,2,3}

ARTICLE INFO

Kata Kunci:
Karet Alam Cair, Kuat Tekan Marshall, KAO.

***Correspondence email:**
billyfinanditho@gmail.com

Submitted: 20-12-2024

Revised: 05-07-2025

Accepted: 06-07-2025

Published: 05-08-2025

ABSTRAK

Untuk meningkatkan masing-masing mutu aspal minyak penetrasi 60/70 agar menjadi lebih keras, titik lembek yang tinggi, lebih elastis, pelekatan baik dan lebih tahan lama, maka perlu penambahan bahan lain dan pada penelitian ini dicoba dengan laston AC-WC menggunakan bahan penambah karet alam cair (lateks) Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui karakteristik dari penambahan karet alam cair pada Kadar Aspal Optimum (KAO) berdasarkan parameter Marshall, sehingga dapat memberikan hasil yang baik untuk perkerasan lentur dimasa yang akan datang. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum dengan variasi persentase aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dari hasil Pengujian Kuat Tekan Marshall dan Untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum dengan variasi persentase karet alam cair 3%, 5%, 7%, dan 9% dari hasil Pengujian Kuat Tekan Marshall. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium dengan didasari Spesifikasi Teknis Revisi 2 Tahun 2018. Dari penelitian ini, mendapatkan hasil bahwa KAO dari hasil pengujian dengan variasi aspal standar 5,9% dan KAO dari hasil pengujian marshall dengan variasi kadar karet alam cair adalah 4,5%.

ABSTRACT

Keywords:
Liquid Natural Rubber, Marshall Compressive Strength, KAO.

To improve each quality of 60/70 penetration oil asphalt so that it becomes harder, has a high softening point, is more elastic, has good adhesion and is more durable, it is necessary to add other materials and in this research it was tried with Laston AC-WC using additional materials. liquid natural rubber (latex) This research is expected to determine the characteristics of adding liquid natural rubber to the Optimum Asphalt Content (KAO) based on Marshall parameters, so that it can provide good results for flexible pavements in the future. The aim of this research is to obtain optimum asphalt content values with asphalt percentage variations of 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, and 7% from the Marshall Compressive Strength Test results and to obtain content values optimum asphalt with variations in the percentage of liquid natural rubber of 3%, 5%, 7% and 9% from the Marshall Compressive Strength Test results. The research method used was an experiment in the laboratory based on the 2018 Revision 2 Technical Specifications. From this research, the results were that KAO from test results with variations in standard asphalt was 5.9% and KAO from marshall test results with variations in liquid natural rubber content was 4.5%.

PENDAHULUAN

Perkerasan lentur merupakan komponen pendukung infrastruktur jalan dan banyak diperlukan pada jalan di Indonesia. Perkerasan lentur yang memiliki daya tahan yang baik sangat lah diperlukan. Daya dukung yang besar sehingga mampu menerima beban lalu lintas kendaraan ditambah biaya konstruksi yang lebih ekonomis merupakan kelebihan dari perkerasan lentur dibandingkan dengan perkerasan lainnya (MDP 2017). Pada perkerasan lentur digunakan aspal yang merupakan material berwarna hitam sampai coklat tua dimana pada temperatur ruang berbentuk padat sampai semi padat. Jika temperatur tinggi aspal akan mencair pada saat temperatur menurun aspal akan kembali menjadi keras (padat) sehingga aspal merupakan material yang termoplastis (Afriaziz, dkk 2021).

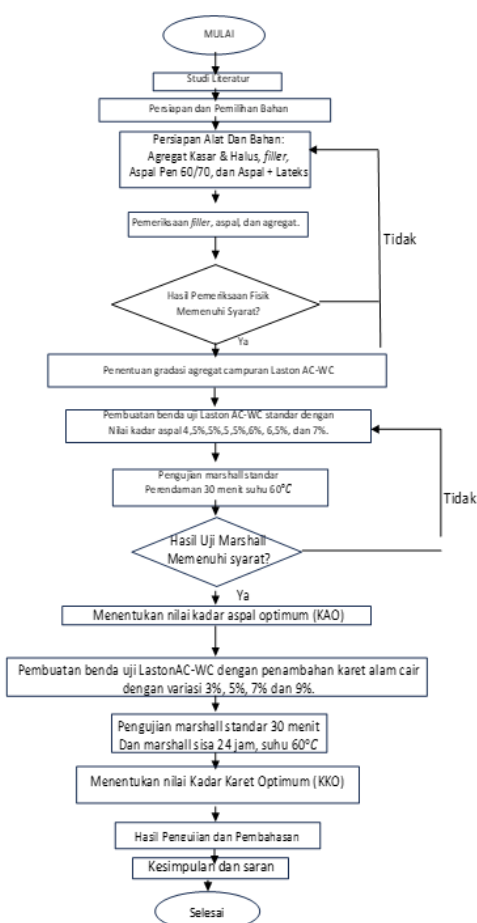
Di Indonesia saat ini sebagai bahan pengikat didalam perkerasan jalan digunakan aspal minyak penetrasi 60 atau biasa disebut dengan AC 60/70. Dari hasil pengamatan selama ini dilapangan penggunaan AC 60/70 kurang tahan lama atau cepat mengeras dengan manifestasi perkerasan jalan relative cepat retak. Masalah ini timbul karena iklim di Indonesia yang tropis, yaitu sinar matahari sepanjang tahun, curah hujan yang tinggi dan kondisi perkerasan di Indonesia pada umumnya kurang mantap (Mashuri 2010). Untuk kondisi iklim dan kondisi perkerasan di Indonesia tersebut sangat diperlukan bahan pengikat yang bersifat keras, titik lembek yang tinggi, elastis, pelekatan yang baik dan tahan lama. Aspal beton mempunyai karakteristik kuat dari pengaruh keausan serta kedap air dan juga mempunyai stabilitas tinggi, dan mudah pelaksanaannya. Namun pada keadaan tertentu jenis perkerasan ini sering menimbulkan masalah terutama pada kekakuan lapisan dan umur rencana yang tidak seperti diharapkan (Evrilyana, et all 2018).

Peningkatan pengguna jalan yang semakin tinggi menyebabkan perlunya peningkatan kualitas pembangunan prasarana transportasi jalan yang ekonomis serta sesuai dengan umur rencana. Namun lapisan perkerasan jalan saat ini yang sering digunakan adalah bahan dari sumber daya alam yang tidak bisa diperbarui, lapisan perkerasan jalan yang umum digunakan di Indonesia adalah campuran Lapis Aspal Beton (Laston). Laston Lapis Aus atau Asphalt Concrete Wearing Course (AC- WC) merupakan bagian yang terletak pada lapisan paling atas dalam perkerasan lentur jalan raya. Lapisan perkerasan ini merupakan kombinasi dari aspal, agregat kasar, agregat halus, dan (filler). Campuran aspal panas (hot mix) salah satunya adalah Lapis aspal beton (Laston) yang selanjutnya disebut Asphalt Concrete (AC) terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-BC) dan AC Lapis Pondasi (AC-Base) dan ukuran maksimum agregat masing – masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm. Bina Marga (2010) dalam Faizal & Putri (2018).

Maka perlu penambahan bahan lain dan pada penelitian ini dicoba dengan laston AC-WC menggunakan bahan penambah karet alam cair (lateks). Karet alam cair merupakan bahan alami yang ketersediaannya cukup berlimpah di Indonesia karena merupakan salah satu hasil perkebunan unggulan dalam negeri. penggunaan karet alam baru, seperti lateks alam sebagai bahan tambah pada bahan pengikat aspal (Hermadi and Ronny 2015). Penelitian ini untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) yang didapat dari pengujian terhadap variasi kadar aspal standar 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% dan untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dari penambahan lateks 3%, 5%, 7%, dan 9%.

METODE

Tahapan-tahapan dari penelitian ini meliputi persiapan, pelaksanaan dan analisa data. Persiapan dimulai dengan dilakukan studi literatur terlebih dahulu dengan mengumpulkan referensi berupa buku atau jurnal yang berhubungan dengan judul dari penelitian ini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Universitas Batanghari Jambi. Dalam penelitian ini digunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 sebagai acuan untuk menentukan campuran aspal beton. Sedangkan untuk standar pelaksanaan pengujiannya digunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berkaitan dengan pengujian. Tahapan dari pada penelitian ini disajikan dalam bagan alir dibawah.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Aspal penetrasi 60/70 yang digunakan adalah aspal *shell*. Lateks diperoleh dari kebun karet di Kelurahan Tempino Muaro Jambi. Agregat diperoleh dari perusahaan penyedia jasa konstruksi di Kota Jambi. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar dan medium (agregat tertahan saringan no. 04), agregat halus (agregat tertahan saringan no. 200), aspal (pen 60/70), filler atau bahan pengisi (semen) (Spesifikasi Teknis Revisi 2 Tahun 2018). Penentuan variasi kadar karet dilakukan dari hasil eksperimen dan berdasarkan literatur penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai pembanding.

AC-WC (Asphalt Concrete – Wearing Course)

Lapisan AC-WC adalah lapisan yang berada di bagian paling atas dalam struktur perkerasan aspal. Lapisan permukaan ini harus mampu menahan dan mendistribusikan semua jenis beban yang bekerja, seperti muatan kendaraan, gaya rem, dan benturan roda, ke lapisan di bawahnya. Kondisi iklim tropis dan peningkatan jumlah beban kendaraan sering menjadi penyebab utama terjadinya deformasi dan retak pada lapisan asphalt concrete-wearing course (AC-WC) (Kafabihi et al., 2020). Material-material pembentuk beton aspal pencampuran pada suhu tertentu kemudian diangkut ke lokasi kemudian dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan, pencampuran pada umumnya diantar 150 – 155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas atau biasa disebut hotmix (Sukirman, 1992).

Bahan Campuran Beraspal

Aspal

Aspal merupakan zat perekat material (viscous cementitious material), berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat, yang dapat diperoleh di alam ataupun sebagai hasil produksi. Bitumen dapat berupa aspal, tar, atau pitch (Sukirman, 2003). Aspal ini adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas serta akan membentuk padat pada keadaan temperatur ruang, (Sukirman, 1992). Aspal yang digunakan dalam campuran beraspal adalah aspal dengan penetrasi 60/70 yang memenuhi persyaratan spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Aspal dapat dikatakan baik apabila memenuhi persyaratan dasar maupun tes khusus yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan aspal.

Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada suhu 25°C ataupun berdasarkan nilai viskositasnya, untuk aspal penetrasi 60/70 didapat dari hasil pengujian penetrasi sebelum dan sesudah TFOT pada suhu 25°C dengan rentang nilai penetrasi yang di syaratkan adalah 60 sampai 70. pengujian aspal dengan penetrasi 60/70.

Agregat

Agregat adalah material granular, misalnya pasir kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik. Agregat adalah bahan pengisi atau yang dicampurkan dalam proses pembuatan aspal yang berasal dari batu yang dipecahkan dan mempunyai peranan penting terhadap kualitas aspal (Bina Marga 1999). Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan presentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan presentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain (Sukirman, 1999).

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi kualitas material perkerasan bahan konstruksi pada perkerasan jalan adalah gradasi. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dalam proses pelaksanaan. Gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Gradasi ini dibedakan menjadi tiga macam (Sukirman, 2003). Gradasi Seragam (uniform graded) adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Pada gradasi jenis ini hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga antar agregat, gradasi senjang adalah gradasi agregat yang ukuran butirnya sengaja dihilangkan. Bagian-bagian yang dikosongkan akan diisi dengan aspal dan gradasi menerus adalah gradasi agregat yang sebaran butirannya selalu ada dan semua ukurannya yang bervariasi saling mengisi. Agregat ini lebih sering dipakai dalam campuran beton, untuk mendapatkan angka pori yang kecil. Dalam spesifikasi umum 2018 (Revisi 2), agregat terbagi dalam 3 kelompok, yaitu: agregat kasar : bahan yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) harus terdiri dari partikel atau pecahan batu yang keras dan memenuhi syarat, agregat halus : bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm) harus terdiri dari partikel pasir alami atau batu pecah halus dan partikel halus lainnya yang memenuhi syarat, dan bahan pengisi (*filler*) : bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm).

KAO

Kadar aspal total dalam campuran adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk kedalam pori masing-

masing butir agregat (Spesifikasi Teknis Revisi 2 Tahun 2018). Untuk rancangan campuran dilaboratorium dipergunakan dipergunakan kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal optimum ditentukan pada kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi karakteristik Marshall (Fitri, dkk 2018). Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran. Kadar aspal tengah atau ideal dapat ditentukan dengan mempergunakan rumus dibawah ini (RSNI M-01-2003) :

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

Keterangan : Pb = Perkiraan kadar aspal rencana awal
CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8
FA = Agregat halus lolos saringan No.8
Filler = Bahan pengisi lolos saringan No.200
K = konstanta
= 0,5 - 1,0 untuk AC dan HRS

Karet Alam Cair

Aspal termodifikasi polimer merupakan salah satu jenis formula aspal dengan penambahan polimer untuk mendapatkan sifat perkerasan jalan yang lebih baik, yaitu mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak dan kelekatan pada agregat. Beberapa penelitian dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat aspal maka dilakukan berbagai macam modifikasi dengan penggunaan bahan tambah yang salah satunya adalah karet alam. Lateks merupakan karet jenis alam, yaitu getah karet segar yang didapat langsung dari penyadapan batang karet. Lateks mempunyai kelebihan dibandingkan dengan karet berbentuk sintesis karena mempunyai daya elastis atau daya lenting sempurna, platisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah. Dalam suatu penelitian menggunakan getah karet sebagai bahan tambahan campuran aspal. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan getah karet (lateks) pada campuran aspal dapat digunakan sebagai bahan penambah. (Dandy, 2022).

Karet alam berpotensi sebagai bahan tambah aspal karena memiliki sifat kelengketan, platisitas, elastis dan memiliki daya rengang yang tinggi. Pencampuran kedua bahan ini, karet alam dan aspal, dapat meningkatkan kinerja aspal antara lain mengurangi deformasi pada perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap retak dan meningkatkan kelekatan aspal terhadap agregat (Suroso, 2007). Karet alam cair (lateks) adalah cairan getah yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Lateks yang baik harus memenuhi ketentuan sebagai berikut : tidak terdapat kotoran atau benda-benda lain, seperti daun atau kayu, tidak tercampur dengan bubuk Lateks, air ataupun serum Lateks, warna putih dan berbau karet segar, dan mempunyai kadar karet kering 20 % sampai 28 % (Amal 2012). Lateks dalam meliputi perhitungan berat karet alam cair, lalu dipanaskan dengan perlahan hingga beratnya tetap. Kadar lateks kering adalah berat kering dibagi berat semula lateks cair (Tanjung 2020).

Marshall Test

Marshall test adalah tes wajib untuk beton aspal, untuk mengetahui dan memenuhi sifat beton aspal sesuai yang kita harapkan. Dari test marshall akan diketahui berapa persen kandungan aspal yang diperlukan untuk gradasi batuan yang telah direncanakan, yang akan menghasilkan kuat tekan optimum (disestability test, dinyatakan dalam kg) dari silinder beton aspal (benda uji), yang telah direndam satu jam pada suhu 60°C (Mashuri 2010).

Pengujian marshall berguna untuk menguji kinerja beton aspal padat yang meliputi stabilitas, kelelahan (flow), kerapatan (density), rongga dalam campuran (VIM), volume pori beton aspal yang terisi oleh aspal (VFA), rongga dalam agregat (VMA), dan Marshall Quotient (MQ) (Sukirman 2003).

Kinerja beton aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi (Sukirman, 2003) : penentuan berat volume benda uji, pengujian nilai stabilitas, pengujian kelelahan (flow), perhitungan Quotient Marshall, perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal padat (VIM, VMA dan VFA), perhitungan tebal selimut atau film aspal, dan pengujian kinerja beton aspal padat dilakukan melalui pengujian Marshall.

Data hasil pengujian Marshall dilakukan analisis terhadap nilai karakteristik Marshall pada campuran AC-WC untuk menentukan besar kadar aspal optimum (KAO). Kemudian, pengujian Marshall kembali dengan campuran kadar aspal optimum (KAO) dengan temperatur pemadatan dan bahan tamabah karet alam pada aspal untuk menentukan kadar karet alam optimum.

HASIL

Hasil Pemeriksaan Aspal

Adapun dari hasil pengujian aspal penetrasi 60/70 menunjukkan bahwa :

Tabel 1. Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Rata-Rata Hasil Uji	Syarat Mutu	Metode Uji/ Standar
1	Berat Jenis.	1,03	Min 1,0	SNI 2441:2011
2	Penetrasi Sebelum TFOT; 25°C, 100 gr; 5 detik; 0,1 mm.	68,2	60-70	SNI 2456:2011
3	Penetrasi Setelah TFOT; 25°C, 100 gr; 5 detik; 0,1 mm.	67,5	Min 54%	SNI 2456:2011

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium, 2024

Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Adapun hasil pengujian Agregat Kasar, Agregat Halus, dan Abu Batu adalah :

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Persyaratan		Hasil Pengujian	Keterangan
			Min	Max	Karakteristik Material	
Agregat Kasar						
1	Berat Jenis	%	2,5	-	2,59	Memenuhi
2	Penyerapan	%	-	3	3,52	Memenuhi
3	Abrasi	%	-	40	38,88	Memenuhi
4	Lolos Saringan No. 200	%	-	5	2,50	Memenuhi
5	Berat Isi (Padat)	kg/liter	-	-	1,94	Memenuhi
6	Kepipihan	%	-	15	15,00	Memenuhi
Agregat Halus						
1	Berat Jenis	%	2,5	-	2,50	Memenuhi
2	Penyerapan	%	-	3	4,17	Tidak Memenuhi
3	Lolos Saringan No. 200	%	-	5	2,07	Memenuhi
4	Berat Isi (Padat)	kg/liter	-	-	1,46	Memenuhi
Abu Batu						
1	Berat Jenis	%	2,5	-	2,65	Memenuhi
2	Penyerapan	%	-	3	1,42	Memenuhi
3	Lolos Saringan No. 200	%	-	5	2,42	Memenuhi
4	Berat Isi (Padat)	kg/liter	-	-	1,70	Memenuhi
5	Sand Equivalent	%	50	-	69,5	Memenuhi
6	Angularitas	%	45	-	48,15	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium, 2024

Kombinasi Agregat Dalam Campuran

Adapun dari hasil kombinasi agregat dalam campuran disajikan dalam tabel 3 dibawah:

Tabel 3. Kombinasi Agregat

BATU 1-2	20%	19.66	12.89	6.43	1.27	0.70	0.66	0.63	0.61	0.59	0.55	0.50
BATU 0,5-1	39%	39.00	39.00	32.05	14.30	9.38	5.84	5.03	4.66	4.27	4.17	0.81
ABU BATU	41%	41.00	41.00	41.00	40.68	37.27	27.53	21.20	7.03	3.60	2.01	0.99
TOTAL CAMPURAN	100%	99.66	92.89	79.48	56.24	47.34	34.03	26.86	12.31	8.45	6.74	2.30
SPEC. GRADASI (Spesifikasi Teknis Revisi 2 Tahun 2018)												
MAX	100	100	90	69	53	40	30	22	15	9		
MIN	100	90	77	53	33	21	14	9	6	4		

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium, 2024

Pengujian Marshall Standar

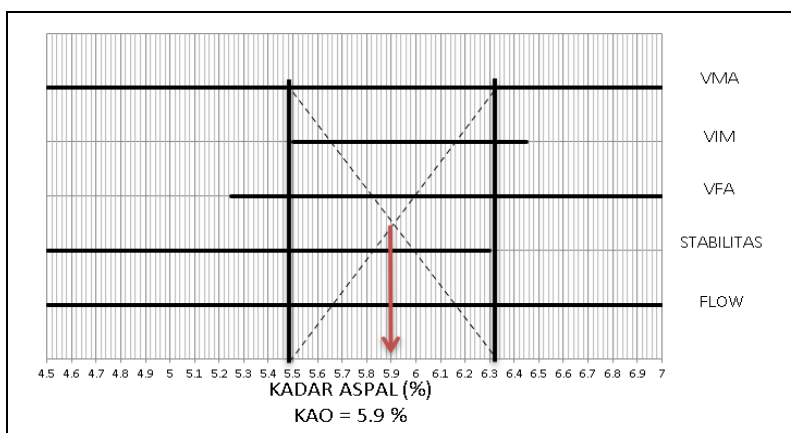
Dari pemeriksaan dan pengujian Marshall yang dilakukan, maka diperoleh nilai-nilai karakteristik Marshall, Sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Marshall Standar

NO	Karakteristik Marshall	Syarat	Pengujian Marshall Laston Standar						
			Variasi Kadar Aspal (%)						
			4,5	5	5,5	6	6,5	7	
1	Berat Isi (gr/cc)	-	2,22	2,21	2,23	2,23	2,25	2,26	
2	VMA (%)	Min 14	15,65	16,35	16,06	16,35	16,29	16,25	
3	VIM (%)	3,0-5,0	6,74	6,39	4,92	4,10	2,87	1,66	
4	VFA (%)	Min 65	56,94	60,93	69,34	74,91	82,37	89,80	
5	Stabilitas Marshall (Kg)	Min 800	989,70	981,76	1108,11	1112,08	674,37	546,11	
6	Marshall Quotient (kg/mm)	Min 250	371,14	430,78	476,87	377,73	217,38	154,65	
7	Flow (mm)	2,0-4,0	2,67	2,35	2,35	2,93	3,10	3,58	

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium, 2024

Dari seluruh parameter Marshall yang disyaratkan dapat ditentukan kadar aspal optimum yang paling memenuhi syarat dengan di gambarkan pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Pengujian Marshall Dengan Campuran Karet Alam Cair

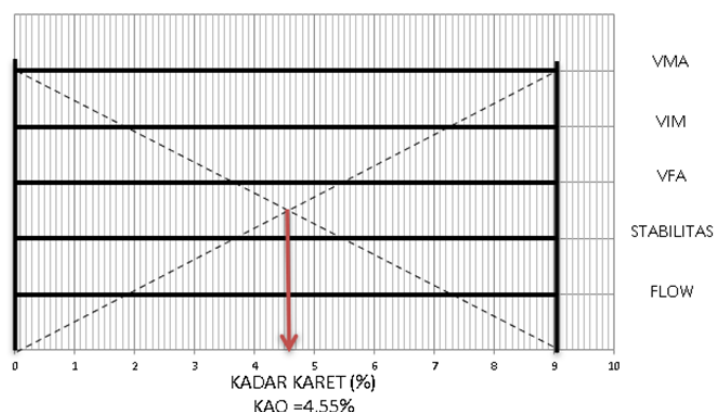
Dari pemeriksaan dan pengujian Marshall dengan campuran karet alam cair yang dilakukan, maka diperoleh nilai-nilai karakteristik Marshall, Sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Dengan Karet Alam Cair

NO	Karakteristik Marshall	Syarat	Pengujian Marshall Laston Standar				
			Variasi Kadar Karet Alam Cair (%)				
			0	3	5	7	9
1	Berat Isi (gr/cc)	-	2,25	2,26	2,26	2,26	2,25
2	VMA (%)	Min 14	15,48	15,41	15,24	15,42	15,65
3	VIM (%)	3,0-5,0	3,34	3,26	3,06	3,27	3,54
4	VFA (%)	Min 65	78,42	78,85	79,89	78,81	77,53
5	Stabilitas Marshall (Kg)	Min 800	1166,86	1211,71	949,57	904,39	819,17
6	Marshall Quotient (Kg/mm)	Min 250	394,42	444,16	327,72	430,16	254,08
7	Flow (mm)	2,0-4,0	2,95	2,76	2,93	2,13	3,25

Sumber: Hasil Penelitian di Laboratorium, 2024

Maka dari seluruh parameter Marshall yang disyaratkan dapat dirangkum dalam grafik penentuan kadar aspal optimum yang paling memenuhi syarat sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Grafik ini merupakan kesimpulan nilai parameter marshall yang digambarkan dalam grafik.

Pembahasan

Secara keseluruhan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik Aspal Penetrasi 60/70 atau aspal dengan kadar karet 0% telah memenuhi syarat untuk campuran Laston AC-WC pada Spesifikasi Teknis 2018 Revisi 2. Nilai berat jenis aspal yang di dapat yakni 1,03 dengan syarat mutu minimum 1,0. Hasil pengujian penetrasi sebelum TFOT 68,2 memenuhi syarat mutu 60-70, dan hasil pengujian penetrasi setelah TFOT 67,5 memenuhi syarat mutu minimum 54%. Persentase kombinasi agregat yang digunakan berdasarkan hasil coba-coba berdasarkan hasil uji analisa saringan yang memenuhi Spesifikasi Teknis 2018 Revisi 2 untuk nilai minimum dan maksimum analisa saringan Laston AC-WC. Dari hasil perhitungan campuran diatas diperoleh komposisi sebagai berikut : Batu Pecah 1-2 = 20%, Batu Pecah 0,5-1 = 39%, dan Abu Batu = 41%.

Dari hasil pengujian marshall standar dapat dilihat nilai karakteristik Campuran Marshall Laston AC-WC (Standar) tanpa menggunakan karet alam cair, pada beberapa kadar aspal tidak memenuhi persyaratan campuran marshall Laston AC-WC pada Spesifikasi Teknis 2018 Revisi 2. Kadar aspal standar yang memenuhi persyaratan campuran Laston AC-WC pada Spesifikasi Teknis 2018 Revisi 2 adalah rentang kadar aspal 5,5% sampai 6% dengan nilai VMA 16,06%, nilai VIM 4,92%, nilai VFA 69,34%, stabilitas marshall 1108,11 kg, nilai Flow 2,35 mm untuk kadar aspal 5,5%. Dan nilai VMA 16,35%, nilai VIM 4,10%, nilai VFA 74,91%, stabilitas marshall 1112,08 kg, nilai Flow 2,93 mm untuk kadar aspal 6%. Sedangkan nilai karakteristik Campuran Marshall Laston AC-WC dengan menggunakan karet alam cair mengalami perubahan sifat-sifat campuran aspal. Perubahan sifat campuran aspal mengalami penurunan nilai stabilitas, VFA, dan marshall quotient seiring bertambahnya kadar karet dalam campuran beraspal. Untuk menentukan kadar karet dalam aspal optimum harus sesuai dan memenuhi dari pada semua parameter marshall yang disyaratkan dalam Spesifikasi Teknis Revisi 2.

Kadar aspal yang memenuhi parameter Marshall campuran Laston AC-WC (Standar) yang sesuai dengan persyaratan pada Spesifikasi Teknis 2018 Revisi 2, terletak pada rentang kadar aspal 5,5%-6,3%. Pada gambar 2 diatas merupakan rangkuman dari pada nilai kadar aspal yang memenuhi parameter marshall. Dalam penelitian ini, besarnya kadar aspal optimum diambil berdasarkan nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan tersebut, yaitu sebesar : $KAO = \frac{(5,5\%+6,3\%)}{2} = 5,9\%$. Sedangkan Kadar karet dalam aspal optimum yang memenuhi semua parameter marshall adalah semua kadar karet dalam aspal 0%, 3%, 5%, 7% dan 9%. Dalam penelitian ini, besarnya kadar karet dalam aspal optimum diambil berdasarkan nilai tengah dari rentang kadar karet dalam aspal yang memenuhi persyaratan tersebut, yaitu sebesar $= \frac{(0\%+9\%)}{2} = 4,5\%$.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian agregat, Aspal Pen. 60/70, serta pengaruh campuran Laston AC-WC dengan penambahan karet alam cair dapat diambil kesimpulan, pengujian marshall awal untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5, dan 7%. Setelah dilakukan pengujian, maka didapatkan seluruh karakteristik Marshall memenuhi persyaratan tersebut terletak pada rentang kadar aspal 5,5%-6,3%.. Nilai kadar aspal optimum didapatkan dari nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan tersebut, yaitu 5,9%. Dan Pengujian Marshall selanjutnya dengan menggunakan variasi dari karet alam cair 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9% dan menggunakan kadar aspal optimum 5,9% terjadi perubahan karakteristik Marshall, Tingkat kelenturan dan keawetan yang lebih baik yang memenuhi seluruh syarat Spesifikasi Teknis 2018 Revisi 2. besarnya kadar karet dalam

aspal optimum diambil berdasarkan nilai tengah dari rentang kadar karet dalam aspal yang memenuhi persyaratan tersebut, yaitu sebesar 4,5%

DAFTAR PUSTAKA

- Afriaziz, Andi. Sebayang, Nusa dan Priskasari, Ester. 2021. *Pengaruh Penambahan Karet Alam Pada Campuran Aspal Beton Lapis Aus Dengan Filler Fly Ash*. Malang : Institut Teknologi Nasional Malang.
- Amal, Andi Syaiful. 2012. "Pemanfaatan Getah Karet Pada Aspal Ac 60/70 Terhadap Stabilitas Marshall Pada Asphalt Treated Base (ATB)." *Media Teknik Sipil* 9 (1).
- Bina Marga, 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta Selatan : PT. Mediatama Saptakarya.
- Bina Marga, 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Indonesia.
- Bina Marga, 2018. *Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan Revisi 2*. Kementerian Pekerjaan Umum, Indonesia.
- Evrilyana, Cici Sri Isma, Ahmad Ridwan, And Yosef Cahyo. 2018. "Penelitian Campuran Aspal Beton Menggunakan Pasir Vulkanik Botol Plastik." *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil* 1 (2).
- Faizal & Putri, Listya. 2018. "Perkerasan Lentur Asphalt Beton." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 8–24.
- Fitri, Suraya, Sofyan M Saleh, and Muhammad Isya. 2018. "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC–BC." *Jurnal Teknik Sipil* 1 (3): 737–48.
- Hermadi, Madi, and Yohanes Ronny. 2015. "Pengaruh Penambahan Lateks Alam Terhadap Sifat Reologi Aspal" 1 (2): 105–14.
- Kafabihi, A., Wedyantadji, B., & Imananto, E. I. (2020). *Penggunaan Aspal Buton Pada Campuran AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)*. *Gelagar*, 2(2), 36–44.
- Lagaligo, Dandy, Lambang Basri Said, and Andi Alifuddin. 2022. "Pengaruh Temperatur Pematatan Pada Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan Bahan Tambah Karet Alam terhadap Ketahanan Deformasi dan Kuat Tarik Tidak Langsung." *Jurnal Konstruksi (JK-TIS)* Vol. 01, No. 11.
- Mashuri. 2010. *Karakteristik Aspal Sebagai Bahan Pengikat Yang Ditambahkan Styrofoam*. *SMARTek*, 8(1), 1-12.
- Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung : Nova.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung : Grafika Yuana Marga.
- Tanjung, Rifin. 2020. *Pengaruh Pemanfaatan Karet (LATEKS) Alam Sebagai Bahan Tambah Aspal Terhadap Stabilitas Marshall*. Medan : Universitas Medan Area.