

ANALISIS PENGUJIAN MARSHALL PADA ASPHALT CONCRETE- BINDER COURSE DENGAN CAMPURAN LATEKS

Ida Hadijah¹, Leni Sriharyani²

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2}

E-mail : cv.sadakonsultan@yahoo.co.id¹, lenisriharyani@gmail.com²

ABSTRAK

Kerusakan jalan di Indonesia sering sekali terjadi, bahkan kerusakan terjadi sebelum jalan tersebut mencapai umur rencana yang telah ditetapkan. Ditambah lagi dengan kondisi iklim tropis di Indonesia yang berubah-ubah sehingga menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada lapisan perkerasan. Dengan kondisi iklim dan kondisi perkerasan jalan di Indonesia tersebut sangat diperlukan bahan pengikat yang bersifat keras, titik lembek tinggi, elastis, pelekatan yang baik dan tahan lama. Untuk meningkatkan mutu aspal tersebut maka perlu penambahan zat aditif lain.

Penelitian ini menggunakan metode desain empiris secara eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data, data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada, penyelidikan eksperimen dapat dilakukan didalam maupun diluar laboratorium. Campuran lateks pada asphalt concrete – binder course dalam penelitian ini menggunakan komposisi yang berbeda sesuai dengan perhitungan hasil gradasi dan menggunakan kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, kadar lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13%.

Dari hasil analisis diketahui campuran lateks pada Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) yaitu, untuk kadar lateks 11% menghasilkan kadar aspal optimum pada aspal 4,5%, 5%, 5,5% memenuhi spesifikasi Binamarga (2010), untuk kadar lateks 13% menghasilkan kadar aspal optimum pada aspal 4,5% memenuhi spesifikasi binamarga (2010), sedangkan untuk kadar lateks 4%, 7%, 10% tidak memenuhi spesifikasi binamarga (2010).

Kata Kunci : *Job Mix Formula (JMF), Lapisan Aspal Beton AC-BC, Uji Marshall.*

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan penunjang kelancaran dari transportasi darat dan mempunyai peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan suatu daerah. Sehingga dibutuhkan perkerasan jalan yang bagus supaya lalu lintas menjadi aman dan nyaman. Salah satu jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur, dan jenis campuran yang digunakan adalah Asphalt Concrete (AC) atau Aspal Beton (Laston).

Seiring bertumbuhnya volume pengguna jalan yang tidak seimbang dengan pertumbuhan prasarana jalan

yang ada, mengakibatkan tidak saja menimbulkan kemacetan tetapi akan mengurangi kekuatan maupun dari konstruksi jalan itu sendiri. Kerusakan jalan di Indonesia sering sekali terjadi, bahkan kerusakan terjadi sebelum jalan tersebut mencapai umur rencana yang telah ditetapkan. Ditambah lagi dengan kondisi iklim tropis di Indonesia yang berubah-ubah sehingga menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada lapisan perkerasan. Dengan kondisi iklim dan kondisi perkerasan jalan di Indonesia tersebut sangat diperlukan bahan pengikat yang bersifat keras, titik lembek tinggi, elastis, pelekatan yang baik dan

tahan lama. Untuk meningkatkan mutu aspal tersebut maka perlu penambahan zat aditif lain dan pada penelitian ini dicoba mencampur aspal dengan lateks (getah karet). Dengan menambahkan lateks kedalam campuran aspal dapat memberikan keuntungan seperti tahan terhadap cuaca dan tahan terhadap retakan lendutan yang berlebihan serta deformasi. Lateks merupakan sumber daya alam yang banyak dihasilkan di Indonesia.

Indonesia merupakan produsen karet alam nomor dua di dunia setelah Thailand. Produksi karet alam Indonesia tahun 2019 mencapai 3,77 juta ton dengan luas lahan perkebunan sebesar 3,3 juta hektar sedangkan produksi karet alam Thailand mencapai 2,97 juta ton. Terdapat tiga jenis perkebunan karet di Indonesia, yaitu perkebunan rakyat, perkebunan besar negara dan perkebunan besar swasta (Anonim, 2010).

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan roli, dan jalan kabel. UU RI no.38 tahun 2004.

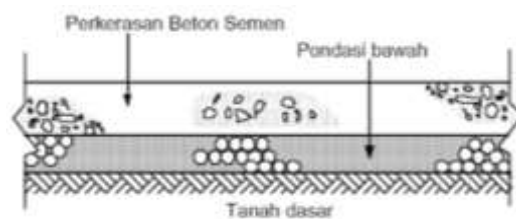
Jenis-Jenis Perkerasan Jalan

Perkerasan pada umumnya terdiri dari beberapa lapis bahan yang berbeda – beda, dimana lapisan paling atas merupakan lapisan penutup yang kedap air sehingga melindungi lapisan yang ada dibawahnya (Silvia Sukirman, 2007). Secara umum perkerasan jalan dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Susunan konstruksi perkerasan dimana sebagai lapis permukaan (*surface*) dipergunakan plat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa

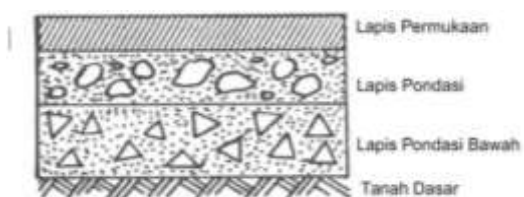
atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan yang terletak di atas lapis pondasi bawah (*sub base*), tanpa atau dengan pengaspalan sebagai lapis aus (*non structural*). Menurut (Silvia Sukirman, 2007) perkerasan *rigid* adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen, yang sifatnya kaku. Perkerasan kaku berupa plat beton dengan atau tanpa tulangan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban lalu lintas diteruskan keatas plat beton.



Gambar 1. Perkerasan Kaku (Sumber: Silvia Sukirman, 2010)

2. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat sehingga mempunyai sifat lentur (*flexible*) yang cukup besar. Dimana struktur perkerasan pada lapis pondasi (*base course*) memberi sumbangan yang besar pada daya dukung perkerasan dalam memikul beban lalu lintas. Susunan struktur lapisan perkerasan lentur jalan dari bagian atas ke bawah, perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal dan agregat ditebar dijalan pada suhu tinggi (sekitar 100⁰ C) Lapisan-lapisan tersebut berfungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan di bawahnya. (Silvia Sukirman, 2007).



Gambar 2. Perkerasan Lentur (Sumber: Silvia Sukirman, 2010)

Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston AC – BC

Tabel 1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston AC-BC

Sifat – Sifat Campuran	Laston		
	Lapis Atas	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah Tumbukan Perkolong		75	70
Resak partikel lebih banyak 0,075mm dengan kutub sudut tajam	Min	1,0	
	Maks	1,4	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0	
	Maks	5,0	
Rongga dalam agregat (MA) (%)	Min	15	13
Rongga dalam aspal (%)	Min	65	65
Stabilitas nominal (kg)	Min	800	2250
Pekakuan (mm)	Min	2	3
	Maks	4	6
Stabilitas Marshall atau (%) setelah pemrosesan selama 24 jam, 60°C	Min	30	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan Marshall (Jalur)	Min	2	
Stabilitas Dinamis, Lintasan	Min	2500	
Keretakan Marshall	Min	250	

(Spesifikasi Bina Marga, 2010)

Tabel 2. Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

Jenis Campuran	Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)	
Laston Kelas A	SS-A	1,5	
Laston Kelas B	SS-B	2,0	
Laston	Lapis Atas	HRS-WC	3,0
	Lapis Pondasi	HRS-Base	3,5
Laston	Lapis Atas	AC-WC	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

(Spesifikasi Bina Marga, 2010)

Karakteristik Campuran Aspal

Menurut (Silvia, Sukirman, 2010), ada beberapa mutu campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas (*stability*), keawetan (*durability*), kelenturan (*flexibility*), ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser (*skid resistance*), kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*).

Tabel 3. Persyaratan Untuk Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Metode Pengujian	Persyaratan
Berat Jenis Bulk		
Berat Jenis SSD	SNI 03 – 1969 – 1990	Min. 2,5
Berat jenis Semu		
Penyerapan %	SNI 03 – 1969 – 1990	Maks 3 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03 – 2417 – 2008	Maks 40 %
Material lolos saringan No. 200	SNI 03 – 1968 – 1990	Maks 1 %

(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010)

Tabel 4. Persyaratan Untuk Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Metode Pengujian	Persyaratan
Berat Jenis Bulk		
Berat Jenis SSD	SNI 03 – 1969 – 1990	Min. 2,5
Berat jenis Semu		
Penyerapan %	SNI 03 – 1969 – 1990	Maks 3 %
Kadar lempung	SNI 03 – 4142 – 2008	Maks 1 %

(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010)

Tabel 5. Gradasi Agregat Untuk Campuran AC-BC

ASTM	Sieve	% Berat yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran					
		Asphalt Concrete			Asphalt Concrete		
		HC	BC	Base	HC	BC	Base
10	37,5	-	100	100	-	-	100
75	25	-	100	95-100	-	100	95-100
75	75	100	90-100	75-90	100	90-100	75-90
150	125	90-100	74-90	65-75	90-100	71-90	55-70
300	300	72-90	64-82	47-67	72-90	58-80	45-66
No.4	4,75	54-69	47-64	38,5-50	43-63	37-50	28-38,5
No.8	2,36	38,1-53	34,8-49	30,8-37	28,3-31	23,3-34,6	19-26,8
No.16	1,18	21,8-40	20,3-36	24,1-28	19,2-31	15-22,3	12-18,1
No.30	0,6	23,1-36	20,7-28	17,6-22	13-18,1	10-16,7	7-12,6
No.60	0,25	16,5-22	13,7-20	11,8-16	9-15,5	7-12,7	5-11,4
No.100	0,15	9-15	4-13	4-10	4-13	5-11	4-9,8
No.200	0,075	4-10	4-8	3-6	4-10	4-8	3-7

(Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010)

Parameter Dan Formula Perhitungan

Parameter dan formula untuk menganalisa campuran lapis aspal beton adalah sebagai berikut :

1. Kadar aspal Rencana (Pb)

Perkiraan awal kadar aspal rencana dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat, sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

Pb : Perkiraan kadar aspal rencana

CA : Nilai prosentase agregat kasar

FA : Nilai prosentase agregat halus

FF : Nilai prosentase *filler*

K : Konstanta (kira-kira 0,5 – 1,0)

Hasil perhitungan Pb dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat (Bina Marga, 2010).

2. Berat Jenis *Bulk* dan *Apparent Agregat*

a. Agregat kasar

$$BJ \text{ Bulk agregat kasar} = \frac{BK}{(BJ-BA)}$$

$$BJ \text{ Apparent (BJ semu) agregat kasar} = \frac{BK}{(BK-BA)}$$

b. Agregat halus

$$BJ \text{ Bulk agregat halus} = \frac{BK}{(B+500-Bt)} BJ$$

$$Apparent (BJ semu) agregat halus = \frac{BK}{(B+BK-Bt)}$$

Keterangan:

BK = Berat benda uji kering oven, (gr)

BJ = Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD), (gr)

BA = Berat benda uji di dalam air, (gr)

B = Berat *picnometer* di isi air suhu 25°C

Bt = Berat *picnometer* + benda uji SSD + air suhu 25°C (Bina Marga, 2010)

3. Berat Jenis *Bulk* dan *Apparent Total Agregat*

Agregat total terdiri atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi/*filler* yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda, baik berat jenis kering (*bulk specific gravity*) dan berat jenis semu (*apparent grafity*). Setelah didapatkan kedua macam berat jenis pada masing-masing agregat pada pengujian material agregat maka berat jenis dari total agregat tersebut dapat dihitung dalam persamaan berikut :

a. Berat jenis kering (*Bulk Specific Gravity*) dari total agregat

$$Gsb_{tot \text{ agregat}} = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \frac{P3}{G3} + \dots + \frac{Pn}{Gn}}$$

Keterangan:

$Gsb_{tot \text{ agregat}}$: Berat jenis kering agregat gabungan, (gr/cm³)

$Gsb1, Gsb2 \dots Gsbn$: Berat jenis kering dari masing-masing agregat 1,2,3..n, P1, P2, P3, ... : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%) (Bina Marga, 2010)

b. Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) dari total agregat

$$Gsb_{tot \text{ agregat}} =$$

$$\frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{\frac{P1}{Gsb1} + \frac{P2}{Gsb2} + \frac{P3}{Gsb3} + \dots + \frac{Pn}{Gsbn}}$$

Keterangan:

$Gsb_{tot \text{ agregat}}$: Berat jenis kering agregat gabungan, (gr/cm³)

$Gsb1, Gsb2 \dots Gsbn$: Berat jenis kering dari masing-masing agregat 1,2,3..n,

P1, P2, P3, ... : Persentase berat dari masing-masing agregat, (%) (Bina Marga, 2010)

4. Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis maksimum campuran (Gmm) diukur dengan AASHTO T.209-90, maka berat jenis efektif campuran (Gse), kecuali rongga udara dalam partikel agregat yang menyerap aspal dapat dihitung dengan rumus berikut yang biasanya digunakan berdasarkan hasil pengujian kepadatan maksimum teoritis.

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}}$$

Keterangan:

Gse : Berat jenis efektif/ *efektive specific gravity*, (gr/cm³)

Gmm : Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan

Pmm : Persen berat total campuran (%)

Pb : Persentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)

G_b : Berat jenis aspal. (Bina Marga, 2010)

5. Berat Jenis Maksimum Campuran

Berat jenis maksimum campuran, G_{mm} pada masing-masing kadar aspal diperlukan untuk menghitung kadar rongga masing-masing kadar aspal. Berat jenis maksimum dapat ditentukan dengan AASHTO T.209-90. Ketelitian hasil uji terbaik adalah bila kadar aspal campuran mendekati kadar aspal optimum. Sebaliknya pengujian berat jenis maksimum dilakukan dengan benda uji sebanyak minimum dua buah (duplikat) atau tiga buah (triplikat). Selanjutnya berat jenis maksimum (G_{mm}) campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung menggunakan berat jenis efektif (G_{se}) rata-rata sebagai berikut:

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}}$$

Keterangan:

G_{mm} : Berat jenis maksimum campuran, (gr/cm³)

P_{mm} : Persen berat total campuran (%)

P_s : Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

P_b : Persentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)

G_{se} : Berat jenis efektif/ *efektive specific gravity*, (gr/cm³)

G_b : Berat jenis aspal. (Bina Marga, 2010).

6. Berat Jenis Bulk Campuran Padat

Perhitungan berat jenis *bulk* campuran setelah pemadatan (G_{mb}) dinyatakan dalam gram/cc dengan rumus sebagai berikut :

$$G_{mb} = \frac{B_k}{B_{ssd} - B_a}$$

Keterangan :

G_{mb} : Berat jenis *bulk* campuran setelah pemadatan (gr/cm³)

B_k : Berat kering campuran (gr)

B_{ssd} : Berat kering permukaan dari campuran setelah pemadatan (gr)

B_a : Berat campuran padat di dalam air (gr)

B_{ssd} - B_a : Volume *bulk* dari campuran yang telah dipadatkan, jika berat jenis air diasumsikan = 1. (Bina Marga, 2010)

7. Penyerapan Aspal (P_{ba})

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total, tidak terhadap berat campuran. Perhitungan penyerapan aspal (P_{ba}) adalah sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \times G_b$$

Keterangan :

P_{ba} : Penyerapan Aspal (%)

G_{se} : Berat jenis efektif agregat (gr/cm³)

G_{sb} : Berat jenis curah agregat (gr/cm³)

G_b : Berat jenis aspal. (Bina Marga, 2010)

8. Kadar Aspal Efektif (P_{be})

Kadar aspal efektif (P_{be}) campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya akan menentukan kinerja perkerasan beraspal. Rumus Kadar aspal efektif adalah :

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} \times P_s$$

Keterangan :

P_{be} : Kadar aspal efektif, persen terhadap berat total campuran (%)

P_b : Kadar aspal total, persen terhadap berat total campuran (%)

P_s : Persen agregat terhadap total campuran (%)

Pba : Penyerapan aspal, persen terhadap berat agregat (%) (Bina Marga, 2010)

9. Rongga di antara mineral agregat (VMA)

Rongga antar mineral agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dihitung berdasarkan berat jenis *bulk* (Gsb) agregat dan dinyatakan sebagai persen volume *bulk* campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan VMA terhadap campuran adalah dengan rumus berikut :

a. Terhadap Berat Campuran Total

$$VMA = \left(100 - \frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \right) \%$$

Keterangan:

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)

Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan, (gr/cm³)

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cm³)

Ps : Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

b. Terhadap Berat Agregat Total

$$VMA = \left(100 - \left[\frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{(100 + Pb)} \times 100 \right] \right) \%$$

Keterangan:

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)

Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan, (gr/cm³)

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cm³)

Pb : Kadar aspal, persen total campuran, (%) (Bina Marga, 2010)

10. Rongga di dalam campuran (Void In The Compacted Mixture/ VIM)

Rongga udara dalam campuran (Va) atau VIM dalam campuran perkerasan

beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$VIM = \left(100 - \frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \right) \%$$

Keterangan:

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan persentase dari volume total, (%)

Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan, (gr/cm³)

Gmm : Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan, (gr/cm³) (Bina Marga, 2010)

11. Rongga udara yang terisi aspal (VFA)

Rongga terisi aspal (VFA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumus adalah sebagai berikut:

$$VFA = \frac{100(VMA - Va)}{VMA} \%$$

Keterangan:

VFA : Rongga udara yang terisi aspal, persentase dari VMA, (%)

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)

Va : Rongga di dalam campuran, persentase dari volume total campuran (%) (Bina Marga, 2010).

12. Stabilitas

Nilai stabilitas adalah kemampuan maksimum aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Nilai ini diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Untuk nilai stabilitas dari arloji stabilitas. Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda

uji. Persamaan untuk nilai stabilitas dibawah ini :

$$S = p \times q$$

Keterangan :

S : Angka stabilitas sesungguhnya.

P : Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat.

q : Angka koreksi benda uji. (Bina Marga, 2010)

13. Flow

Flow (Kelelahan) adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan. Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas seperti di atas Nilai *flow* berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja untuk alat uji jarum dial *flow* biasanya sudah dalam satuan mm (milimeter), sehingga tidak perlu dikonversikan lebih lanjut.

14. Hasil Bagi Marshall Quotient (MQ)

Hasil bagi *Marshall Quotient* (MQ) merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelahan. Sifat *Marshall* tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$MQ = \frac{MS}{MF}$$

Keterangan:

MQ : *Marshall Quotient*, (kg/mm)

MS : *Marshall Stabilit,y* (kg)

MF : *Flow Marshall*, (mm). (Bina Marga, 2010)

Bahan Pengisi (*Filler*)

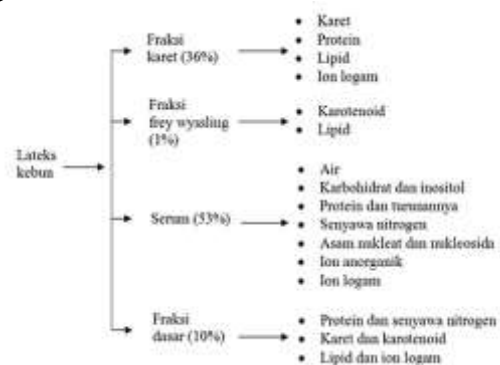
Bahan Pengisi atau *filler* adalah sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. Apabila campuran agregat kasar dan halus masih belum masuk dalam spesifikasi yang telah ditentukan, maka pada campuran aspal beton perlu ditambah dengan *filler*. Sebagai *filler* dapat digunakan abu batu,abu terbang atau semen *Portland*. *filler* yang baik

adalah yang tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering (kadar air maks. 1%). (Bina Marga,2010)

Pada kontruksi perkerasan *filler* berfungsi sebagai pengisi ruang kosong (*voids*) diantara agregat kasar sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan kerapatan massanya lebih kasar. Dengan bubuk isian yang berbutir halus maka luas permukaan akan bertambah, sehingga luas bidang kontak yang dihasilkan juga akan bertambah luasnya yang mengakibatkan tahan terhadap gaya geser menjadi lebih besar sehingga stabilitas geseran akan bertambah.

Lateks

Lateks adalah salah satu kelompok hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang merupakan sumber ekonomi/pendapatan bagi masyarakat di sekitar hutan. Hutan Indonesia merupakan salah satu sumber penghasil getah dunia dengan keragaman jenis getah yang bervariasi dan tinggi. Getah atau lateks adalah cairan/larutan berwarna putih susu yang diperoleh dengan cara melukai tanaman penghasil getah tersebut.



Gambar 3. Zat yang Terkandung Dalam Lateks (Sumber : Triwijoso, 1995)

Pengaruh Cuara Terhadap *Lateks*

a. Musim Kemarau

Cuaca panas di musim kemarau membuat daun-daun mengering dan berguguran, kemudian kadar air yang dibutuhkan pohon berkurang, sehingga bukan hanya produksi lateks yang

menurun, akan tetapi kualitas lateks turut menurun. bahwa pada musim kemarau getah karet saat dibekukan agak lembek, karena kadar kekentalan lateks menurun, kadar lateks menurun akibat dari kurangnya kadar air yang dibutuhkan pohon karet (Kusnadi, 2019).

b. Musim Hujan

Air merupakan merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh besarnya curah hujan, jumlah irigasi yang diberikan dan kapasitas tanah dalam menahan air. Air yang sangat sedikit ataupun berlebihan dapat berakibat buruk bagi tanaman (Kusnadi, 2019).

Marshall Test

Yaitu Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh *Bruce Marshall*. Pengujian *Marshall* bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*). *Flow* didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum. Alat *marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *Proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,5 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau (*flow*). Benda uji *marshall* standart berbentuk silinder berdiamater 4 inci (10,2 cm) dan tinggi 3 inci (7,5 cm), (Bina Marga, 2010).

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini tersaji dalam bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian (Sumber: Ida Hadijah, 2022)

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengujian-pengujian yang sesuai dengan pedoman yang ada dan didukung dengan alat-alat yang telah dikalibrasi dengan hasil penelitian meliputi: sifat fisik agregat, sifat fisik aspal, dan campuran laston/*Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) dengan melakukan pengujian *Marshall* dan didapat nilai stabilitas dan *flow* setelah perendaman di dalam *water bath* selama 30 menit dengan suhu 60°C.

Tabel 6. Hasil Penelitian Sifat Fisik Agregat

No	Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan	Hasil	Keterangan
A. Agregat Kasar					
1	Penyerapan Air	SNI 03-1969-1990	maks. 3%	0,265 %	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	min. 2,5 gr/cc	2,596 gr/cc	Memenuhi
B. Agregat halus					
1	Penyerapan Air	SNI 03-1969-1990	maks. 3%	0,116%	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	min. 2,5 gr/cc	2,669 gr/cc	Memenuhi

(Hasil Penelitian, 2022)

Sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan maka material yang berasal dari PT. Sumber Batu Berkah (SBB) yang berlokasi di Tanjungan Lampung Selatan dapat digunakan sebagai bahan campuran agregat pada AC-BC.

Tabel 7. Hasil Penelitian Sifat Fisik Aspal Shell Pen 60/70

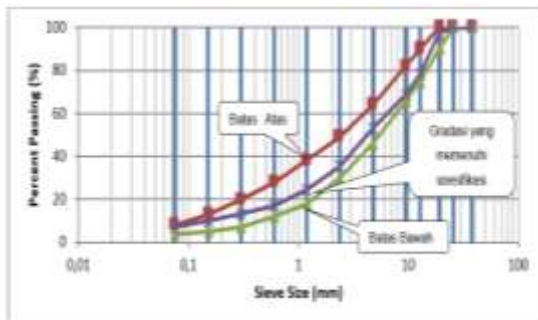
Jenis pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
Penetrasi 25°C 100gr. 5detik 0,1mm	64,67 mm	60-70 mm
Titik lembek °C	49°C	48-58°C
Titik nyala °C	301°C	≥ 232°C
Daktilitas 25°C cm	124 Cm	≥ 100°C
Berat jenis	1,032 gr	≥ 1,0 gr

(Hasil Penelitian, 2022)

Sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium untuk bahan aspal *Shell* Pen 60/70 sudah memenuhi spesifikasi dan dapat digunakan sebagai bahan campuran aspal beton AC-BC.

Gradasi Agregat

Dari pengujian analisa saringan didapat gradasi gabungan dimana rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas atas (maks) dan batas bawah (min). Grafik ini untuk menentukan berapa persen agregat dalam setiap benda uji. Berikut hasil gradasi gabungan:



Gambar 5. Hasil Gradasi Gabungan (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Kadar Aspal Rencana

Kadar Aspal Rencana Perkiraan Awal Kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat.

Perhitungan kadar aspal rencana:

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K \\
 &= 0,035(64,69\%) + 0,045(28,14\%) + 0,18(7,16\%) + 0,5 \\
 &= 2,264 + 1,266 + 1,289 + 0,5 \\
 &= 5,32 \%
 \end{aligned}$$

Analisa Perhitungan Pengujian

Pengujian ini untuk mengetahui karakteristik pengaruh campuran lateks terhadap Perkerasan *asphalt concrete – binder course* (AC-BC) dengan cara uji *marshall* yang meliputi penentuan nilai stabilitas, kelelahan (*Flow*), berat jenis *bulk* (Gmb), rongga diantara mineral agregat (VMA), rongga dalam campuran beraspal (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB) dalam campuran tersebut.

1. Berat Jenis *Bulk* agregat Campuran (Gsb)

$$\begin{aligned}
 \text{Bj. Bulk Agg (Gsb)} &= \frac{100}{\frac{36,7\%}{2,661} + \frac{24,0\%}{2,558\%} + \frac{22,3\%}{2,577} + \frac{12,0\%}{2,591} + \frac{3,0\%}{2,304} + \frac{2,0\%}{2,625}} = \\
 &= 2,596 \text{ gr/cc}^3
 \end{aligned}$$

2. Berat jenis efektif agregat (*Bulk Efektif / Gse*)

$$\begin{aligned}
 \text{Bulk Efektif (Gse)} &= \frac{100 - 5,32}{\left(\frac{100}{5,2}\right) - \left(\frac{5,32}{1,032}\right)} = \\
 &= 2,594 \text{ gr/cc}
 \end{aligned}$$

3. Berat Jenis Maksimum Campuran (Gmm)

$$\begin{aligned}
 \text{Gmm} &= \frac{100}{\frac{94,7}{2,594} + \frac{5,32}{1,032}} = 2,411 \\
 &\text{gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

4. Berat Jenis *Bulk* Dan *Apparent* Agregat

$$\begin{aligned}
 \text{Gmb sampel A lateks 11\% aspal 4,5\%} &= \frac{1177,5}{507,2} = 2,322 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gmb sampel B lateks 11\% aspal 4,5\%} &= \frac{1181,4}{506,3} = 2,333 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gmb sampel C lateks 11\% aspal 4,5\%} &= \frac{1179,5}{506,8} = 2,327 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Gmb sampel A lateks 11\% aspal 5\%} \\ = \frac{1171,7}{504,0} = 2,325 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel B lateks 11\% aspal 5\%} \\ = \frac{1187,8}{508,2} = 2,337 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel C lateks 11\% aspal 5\%} \\ = \frac{1179,8}{513,9} = 2,296 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel A lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = \frac{1171,5}{506,5} = 2,313 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel B lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = \frac{1178,3}{506,3} = 2,327 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel C lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = \frac{1174,9}{508,9} = 2,309 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel A lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1178,0}{505,6} = 2,330 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel B lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1178,1}{503,4} = 2,340 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Gmb sampel C lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1178,8}{504,5} = 2,337 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Rata - rata nilai Gmb} = 2,325 \text{ gr/cm}^3$$

5. Kadar Aspal Yang Terabsorpsi (Pba)

$$P_{ba} = 100 \times \frac{2,594 - 2,596}{2,596 \times 2,594} \times 1,032 \\ = -0,031 \%$$

6. Kadar Aspal Efektif Yang Menyelimuti Agregat (Pbe)

$$P_{be} = 5 - \frac{-0,031}{100} \times 95 = 5,029 \%$$

7. Rongga Dalam Agregat (VMA) dalam Persen (%)

$$\text{VMA sampel A lateks 11\% aspal 4,5\%} \\ = 100 - \frac{2,322 \times 94,68}{2,596} = 15,31\%$$

$$\text{VMA sampel B lateks 11\% aspal 4,5\%} \\ = 100 - \frac{2,333 \times 94,68}{2,596} = 14,91\%$$

$$\text{VMA sampel C lateks 11\% aspal 4,5\%} \\ = 100 - \frac{2,327 \times 94,68}{2,596} = 15,13\%$$

$$\text{VMA sampel A lateks 11\% aspal 5\%} \\ = 100 - \frac{2,325 \times 94,68}{2,596} = 15,20\%$$

$$\text{VMA sampel B lateks 11\% aspal 5\%} \\ = 100 - \frac{2,337 \times 94,68}{2,596} = 14,77\%$$

$$\text{VMA sampel C lateks 11\% aspal 5\%} \\ = 100 - \frac{2,296 \times 94,68}{2,596} = 16,26\%$$

$$\text{VMA sampel A lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = 100 - \frac{2,313 \times 94,68}{2,596} = 15,64\%$$

$$\text{VMA sampel B lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = 100 - \frac{2,327 \times 94,68}{2,596} = 15,13\%$$

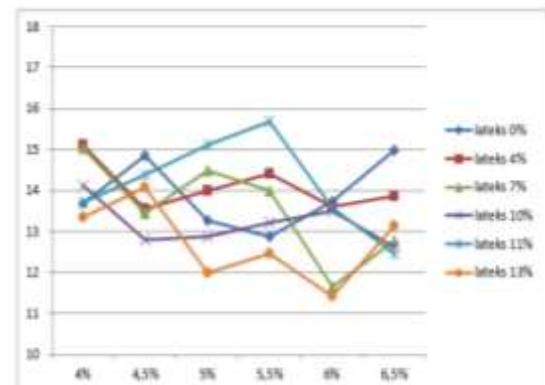
$$\text{VMA sampel C lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = 100 - \frac{2,309 \times 94,68}{2,596} = 15,79\%$$

$$\text{VMA sampel A lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = 100 - \frac{2,330 \times 94,68}{2,596} = 15,02\%$$

$$\text{VMA sampel B lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = 100 - \frac{2,340 \times 94,68}{2,596} = 14,66\%$$

$$\text{VMA sampel C lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = 100 - \frac{2,337 \times 94,68}{2,596} = 14,77\%$$

$$\text{Rata - rata nilai VMA} = 15,22 \%$$



Gambar 6. Perbandingan VMA pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Nilai VMA berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran bisa mengalami durabilitas dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Nilai VMA dipengaruhi faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VMA berpengaruh pada sifat kedekatan campuran terhadap air dan serta sifat elastis campuran. Nilai VMA yang disyaratkan adalah minimum 14% (spesifikasi Bina Marga 2010).

8. Rongga Dalam Campuran (VIM)

VIM sampel A lateks 11% aspal 4,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,322}{2,411} = 3,69\%$

VIM sampel B lateks 11% aspal 4,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,333}{2,411} = 3,24\%$

VIM sampel C lateks 11% aspal 4,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,327}{2,411} = 3,48\%$

VIM sampel A lateks 11% aspal 5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,325}{2,411} = 3,57\%$

VIM sampel B lateks 11% aspal 5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,337}{2,411} = 3,07\%$

VIM sampel C lateks 11% aspal 5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,296}{2,411} = 4,77\%$

VIM sampel A lateks 11% aspal 5,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,313}{2,411} = 4,06\%$

VIM sampel B lateks 11% aspal 5,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,327}{2,411} = 3,48\%$

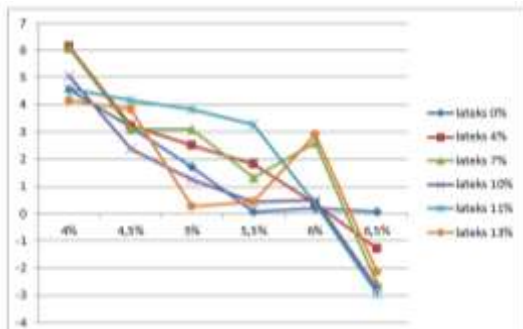
VIM sampel C lateks 11% aspal 5,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,309}{2,411} = 4,23\%$

VIM sampel A lateks 13% aspal 4,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,330}{2,411} = 3,36\%$

VIM sampel B lateks 13% aspal 4,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,340}{2,411} = 2,94\%$

VIM sampel C lateks 13% aspal 4,5%
 $=100 \times \frac{2,411-2,337}{2,411} = 3,07\%$

Rata – rata nilai VIM = 3,58%



Gambar 7. Perbandingan VIM pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan *bleeding* karena suhu yang tinggi, maka viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Sedangkan nilai VIM yang lebih dari ketentuan akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi. Untuk campuran AC-BC hanya diperbolehkan 3% - 5% kandungan volume yang ada (spesifikasi Bina Marga 2010).

9. Rongga Terisi Aspal (VFA) Dalam Persen (%)

VFA sampel A lateks 11% aspal 4,5%
 $=\frac{100(15,31-3,69)}{15,31} = 75,90\%$

VFA sampel B lateks 11% aspal 4,5%
 $=\frac{100(14,91-3,24)}{14,91} = 78,27\%$

VFA sampel C lateks 11% aspal 4,5%
 $=\frac{100(15,13-3,48)}{15,13} = 77,00\%$

VFA sampel A lateks 11% aspal 5%
 $=\frac{100(15,20-3,57)}{15,20} = 76,51\%$

VFA sampel B lateks 11% aspal 5%
 $=\frac{100(14,77-3,07)}{14,77} = 79,21\%$

VFA sampel C lateks 11% aspal 5%
 $=\frac{100(16,26-4,77)}{16,26} = 70,66\%$

VFA sampel A lateks 11% aspal 5,5%
 $=\frac{100(15,64-4,06)}{15,64} = 74,04\%$

VFA sampel B lateks 11% aspal 5,5%
 $=\frac{100(15,13-3,48)}{15,13} = 77,00\%$

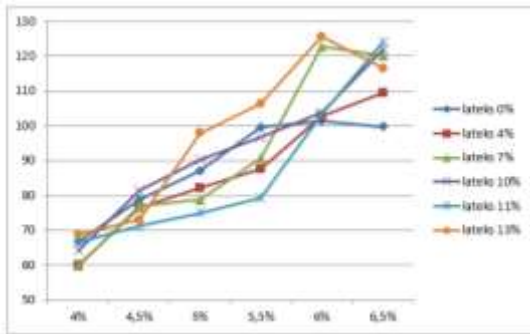
VFA sampel C lateks 11% aspal 5,5%
 $=\frac{100(15,79-4,23)}{15,79} = 73,21\%$

VFA sampel A lateks 13% aspal 4,5%
 $=\frac{100(15,02-3,36)}{15,02} = 77,63\%$

VFA sampel B lateks 13% aspal 4,5%
 $=\frac{100(14,66-2,94)}{14,66} = 79,95\%$

VFA sampel C lateks 13% aspal 4,5%
 $=\frac{100(14,77-3,07)}{14,77} = 79,21\%$

Rata – rata nilai VFA = 76,55%

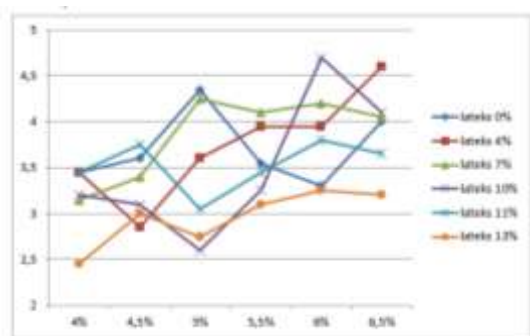


Gambar 8. Perbandingan VFA pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Dari pembacaan gambar 8 pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% terhadap kadar aspal maka nilai VFA semakin besar. Nilai VFA yang di syaratkan yaitu 65% (Spesifikasi Bina Marga 2010)

10. Pemeriksaan Nilai Kelelahan (Flow)

Nilai kelelahan (*flow*) dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, bentuk permukaan agregat. Kelelahan ditunjukkan oleh arloji kelelahan merupakan sifat yang menyatakan besarnya deformasi vertikal benda uji.



Gambar 9. Perbandingan *Flow* pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% semua memenuhi standar yang telah ditentukan, karena spesifikasi

yang ditentukan yaitu batas antara 2 mm – 4 mm.

11. Pemeriksaan Stabilitas

Stabilitas sampel A lateks 11% aspal 4,5% = $42 \times 22,489 \times 1,12 = 1057,9\text{kg}$

Stabilitas sampel B lateks 11% aspal 4,5% = $44 \times 22,489 \times 1,12 = 1108,3\text{kg}$

Stabilitas sampel C lateks 11% aspal 4,5% = $43 \times 22,489 \times 1,12 = 1083,1\text{kg}$

Stabilitas sampel A lateks 11% aspal 5% = $43 \times 22,489 \times 1,12 = 1083,1\text{kg}$

Stabilitas sampel B lateks 11% aspal 5% = $55 \times 22,489 \times 1,12 = 1385,3\text{kg}$

Stabilitas sampel C lateks 11% aspal 5% = $49 \times 22,489 \times 1,12 = 1234,2\text{kg}$

Stabilitas sampel A lateks 11% aspal 5,5% = $37 \times 22,489 \times 1,12 = 931,9\text{kg}$

Stabilitas sampel B lateks 11% aspal 5,5% = $52 \times 22,489 \times 1,12 = 1309,8\text{kg}$

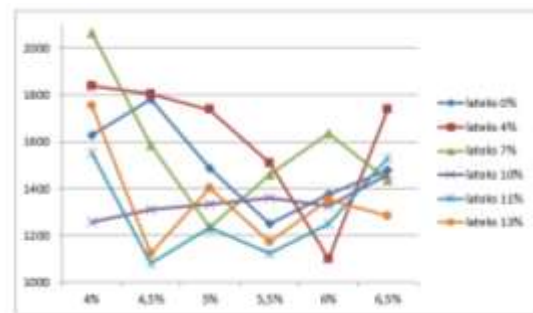
Stabilitas sampel C lateks 11% aspal 5,5% = $45 \times 22,489 \times 1,12 = 1133,4\text{kg}$

Stabilitas sampel A lateks 13% aspal 4,5% = $54 \times 22,489 \times 1,12 = 1360,1\text{kg}$

Stabilitas sampel B lateks 13% aspal 4,5% = $35 \times 22,489 \times 1,12 = 881,6\text{kg}$

Stabilitas sampel C lateks 13% aspal 4,5% = $45 \times 22,489 \times 1,12 = 1133,4\text{kg}$

Rata – rata Stabilitas = 1141,8kg



Gambar 10. Perbandingan Stabilitas pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

12. Hasil Bagi Marshall Quotient (Kg/mm)

MQ sampel A lateks 11% aspal 4,5% = $\frac{1057,9}{3,4} = 311,1\text{kg/mm}$

$$\text{MQ sampel B lateks 11\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1108,3}{4,1} = 270,3\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel C lateks 11\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1083,1}{3,75} = 288,8\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel A lateks 11\% aspal 5\%} \\ = \frac{1083,1}{3,0} = 361,0\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel B lateks 11\% aspal 5\%} \\ = \frac{1385,3}{3,1} = 446,9\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel C lateks 11\% aspal 5\%} \\ = \frac{1234,2}{3,05} = 404,7\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel A lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = \frac{931,9}{3,6} = 258,9\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel B lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = \frac{1309,8}{3,3} = 396,9\text{kg/mm}$$

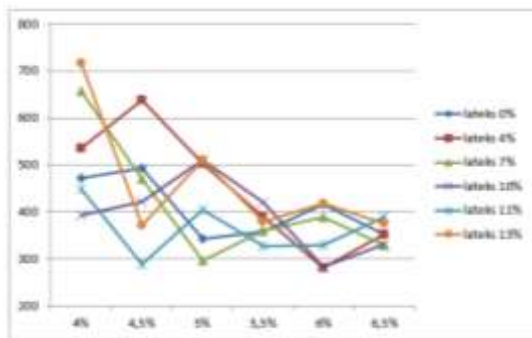
$$\text{MQ sampel C lateks 11\% aspal 5,5\%} \\ = \frac{1133,4}{3,45} = 328,5\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel A lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1360,1}{3,3} = 412,2\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel B lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{881,6}{2,7} = 326,5\text{kg/mm}$$

$$\text{MQ sampel C lateks 13\% aspal 4,5\%} \\ = \frac{1133,4}{3,0} = 377,8\text{kg/mm}$$

Rata – rata Marshall Quotient = 348,6kg/mm



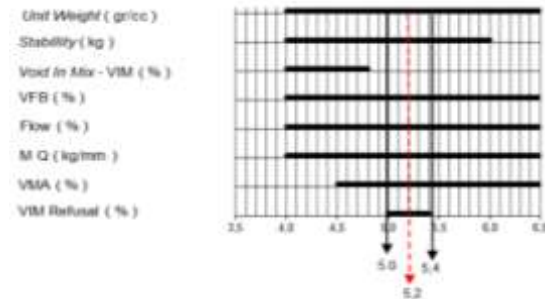
Gambar 11. Perbandingan MQ pada campuran lateks 0%, 4%, 7%, 10%, 11%, 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Kadar Aspal Optimum (KAO)

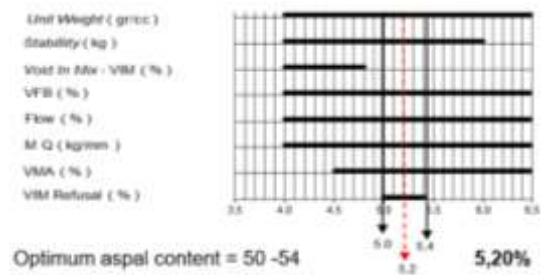
Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah jumlah aspal yang digunakan dalam campuran agar dapat memenuhi

persyaratan *density*, VIM, VFA, stabilitas, *flow*, dan MQ dan tentu saja dengan penambahan tambahan *FILLER* yang sesuai.

Optimum aspal content = 50 -54= **5,20%**



Gambar 12. Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran lateks 11% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)



Optimum aspal content = 50 -54 = **5,20%**

Gambar 13. Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran lateks 13% (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian analisis pengaruh campuran lateks pada Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) yaitu, untuk kadar lateks 11% menghasilkan kadar aspal optimum pada aspal 4,5%, 5%, 5,5% memenuhi spesifikasi binamarga (2010), untuk kadar lateks 13% menghasilkan kadar aspal optimum pada aspal 4,5% memenuhi spesifikasi binamarga (2010), sedangkan untuk kadar lateks 4%, 7%, 10% tidak memenuhi spesifikasi binamarga (2010).

2. Dari hasil pengujian nilai yang memenuhi karakteristik marshall perkerasan Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC) yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil pengujian memenuhi karakteristik Marshall lateks 11%

Kadar aspal	Kadar lateks	Benda uji	VM	VMA	VFA	Stabilitas	Flow	MQ
			(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)
			3-5	Min14	Min 65	Min 800	2-4	Min 250
4,5%	11%	1	4,39	14,59	69,90	1057,9	3,40	311,1
4,5%	11%	2	3,90	14,15	72,42	1108,3	3,10	270,3
4,5%	11%	3	4,15	14,30	71,11	1083,1	3,75	268,8
5,0%	11%	1	3,58	14,82	78,01	1083,1	3,00	381,0
5,0%	11%	2	3,06	14,46	78,82	1385,3	3,10	448,8
5,0%	11%	3	4,78	15,98	70,07	1234,2	3,05	404,7
5,5%	11%	1	3,40	15,80	78,50	831,8	3,80	258,8
5,5%	11%	3	3,57	15,95	77,80	1133,4	3,45	328,5

(Data Hasil Pengujian, 2022)

Tabel 9. Hasil pengujian memenuhi karakteristik marshall lateks 13%

Kadar aspal	Kadar lateks	Benda uji	VM	VMA	VFA	Stabilitas	Flow	MQ
			(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)
			3-5	Min14	Min 65	Min 800	2-4	Min 250
4,5%	13%	1	4,05	14,28	71,66	1360,1	3,30	412,2
4,5%	13%	3	3,77	14,04	73,12	1133,4	3,00	377,8

(Data Hasil Pengujian, 2022)

3. Dari hasil penelitian diketahui bahwa lateks dapat digunakan untuk perkerasan Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC), akan tetapi hanya campuran kadar lateks 11% pada aspal 4,5%, 5%, 5,5%, dan kadar lateks 13% pada aspal 4,5% yang memenuhi spesifikasi bina marga (2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Alberd, M. T. 2021. Pengaruh Penggunaan Aspal Modifikasi *Crumb Rubber* dan *Lateks SIR-20* Terhadap Karakteristik *Marshall Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Palembang: Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Amal, A. S. 2011. Pemanfaatan Getah Karet pada Aspal AC 60/70 Terhadap Stabilitas *Marshall* pada Asphalt Treated Base (ATB), *Jurnal Media Teknik Sipil* 9(1). h. 8-16.
- Departemen PU. 2014. Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan 2010 Revisi 3. Devisi IV Perkerasan Aspal. Jakarta.
- Iskandar, D. 2013, Analisis Pengujian Gradasi Ekstraksi (AC-BC) Hasil Produksi Amp (*asphalt mixing plant*), *Jurnal Tapak*, 2(2), h. 44-51.
- Kusnadi. 2019. Kemarau pengaruhi kualitas dan produktivitas karet petani. <https://infopublik.id/kategori/nusantara/371823/kemarau-pengaruhi-kualitas-dan-produktivitas-karet-petani>. 16 April 2022 (21:32).
- Kuspradini, H. Rosamah, E. Sukaton, E. Arung, E, T. Kusuma, I, W. 2016. Pengenalan Jenis Getah *Gum – Lateks – Resin*. Desember 2016. Mulawarman *University Press*. Samarinda.
- Novelina, C. P. 2020. Analisa Karakteristik Campuran Aspal dengan Lateks Terhadap Daktilitas dan Stabilitas pada Perkerasan Jalan, Skripsi tidak diterbitkan. Medan: Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
- Nursandah, F. Zaenuri, M. 2019, Penelitian Penambahan Karet Alam (lateks) pada Campuran Laston AC-WC Terhadap Karakteristik Marshall. *Jurnal Civilla*, 4(2). h. 262-267.
- Otok, S. 2005. Pengaruh Penambahan Lateks Terhadap Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal dengan Agregat Bergradasi Rapat dan Senjang, Tugas Akhir tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Saodang, H. 2010. Geometrik Jalan. Bandung. Edisi Pertama. Cetakan Kedua. Nova. Bandung.

- Saodang, H. 2005. Perancangan Perkerasan Jalan raya. Edisi Kedua. Cetakan Pertama, Nova. Bandung.
- Sinaga, D. M, Irsal, Marwani, L. 2017, Pemanfaatan Curah hujan dan hari hujan terhadap produksi karet berumur 7, 10 dan 13 tahun dikebun sei baleh estate PT. Bakrie Sumatera Plantations, Tbk. Jurnal agroekoteknologi FP USU, 5(1), h. 93-102.
- Soehartono. 2014. Teknologi Aspal Dan Penggunaanya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan. Edisi Pertama. Cetakan Pertama, Andi. Yogyakarta.
- Sriharyani, L. 2012. Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC-WC) Dengan Cara Uji Marshall (Studi Kasus Proyek Peningkatan Jalan Soekarno-Hatta Kabupaten Lampung Timur), Jurnal Tapak, 2(1), h. 56-61.
- Sukirman, S. 2007. Beton Aspal Campuran Panas. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Sukirman, S. 2010. Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Nova. Bandung.
- Supeto, N. 2022, Pengaruh Penambahan Lateks Kadar 60% Terhadap Karakteristik Aspal Pen 60-70, Skripsi tidak diterbitkan. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara Medan.
- Triwijoso. 1995. Pengetahuan Umum Tentang Karet *Hevea*. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.