

KARAKTERISTIK *ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE* DENGAN PASIR SILIKA BANGKA SEBAGAI AGREGAT HALUS

Reynaldi Darmawan Senolinggi
MSTT DTSL FT
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Sleman DIY 55281
reynaldi.d@mail.ugm.ac.id

Latif Budi Suparma
MSTT DTSL FT
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Sleman DIY 55281
lbsuparma@ugm.ac.id

Agus Taufik Mulyono
MSTT DTSL FT
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM
Sleman DIY 55281
agus.taufik.mulyono@ugm.ac.id

Abstract

Currently, the need for materials for road construction, especially aggregates, is increasing. In line with this, the provision of fine aggregate for road construction requires a relatively high cost. Therefore, the use of Bangka silica sand can be an alternative to meet the needs of the fine aggregate. This study aims to determine the effect of Bangka silica sand, which is used as fine aggregate, on the characteristics of the asphalt mixture used as a road pavement layer, especially the binder course. This research was conducted on 2 types of asphalt mixtures, namely asphalt mixtures using ordinary crushed stone and asphalt mixtures using silica sand from Bangka Island. Mix design to obtain a design mix formula is carried out using the Marshall method and based on the 2018 General Specifications of Bina Marga Revision 2, for the Roads and Bridges Sector. After obtaining the optimum asphalt content values, specimens with the optimum asphalt content were made, and then the mixture characteristics were tested using the Marshall test. The experimental results showed that the optimum asphalt content for the mixture using ordinary crushed stone was 5.5% and for the mixture using Bangka silica sand was 5.9%. The Retained Marshall Stability indexes for the mixture using ordinary crushed stone and Bangka silica sand were 94.6% and 90.8%, respectively, which means that both types of mixture meet the requirements.

Keywords: asphalt mixture; aggregate; fine aggregate; silica sand; optimum asphalt content

Abstrak

Saat ini kebutuhan material untuk pembangunan jalan, khususnya agregat, semakin meningkat. Sejalan dengan hal tersebut, penyediaan agregat halus untuk konstruksi jalan membutuhkan biaya yang relatif mahal. Karena itu, pemanfaatan pasir silika Bangka dapat menjadi suatu alternatif untuk memenuhi kebutuhan agregat halus tersebut. Studi ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pasir silika Bangka, yang digunakan sebagai agregat halus, terhadap karakteristik campuran beraspal yang digunakan sebagai lapis perkerasan jalan, khususnya lapis antara atau *binder course*. Penelitian ini dilakukan pada 2 jenis campuran beraspal, yaitu campuran beraspal yang menggunakan batu pecah biasa dan campuran beraspal yang menggunakan pasir silika yang berasal dari Pulau Bangka. Perancangan campuran untuk mendapatkan *design mix formula* dilakukan dengan menggunakan metode Marshall dan berdasarkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, untuk Bidang Jalan dan Jembatan. Setelah diperoleh nilai kadar aspal optimum, dibuat benda-benda uji dengan kadar aspal optimum tersebut, dan selanjutnya dilakukan pengujian terhadap karakteristik campuran dengan pengujian Marshall. Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai Kadar Aspal Optimum campuran yang menggunakan batu pecah biasa adalah 5,5% dan untuk campuran yang menggunakan pasir silika Bangka adalah 5,9%. Indeks Kekuatan Sisa untuk campuran yang menggunakan batu pecah biasa dan yang menggunakan pasir silika Bangka, berturut-turut, adalah 94,6% dan 90,8%, yang berarti kedua jenis campuran memenuhi persyaratan.

Kata-kata kunci: campuran beraspal; agregat; agregat halus; pasir silika; kadar aspal optimum

PENDAHULUAN

Menurut data Direktorat Jenderal Bina Marga, pada periode 2015-2019 telah dibangun jalan baru sepanjang 3.843,38 km, dan diperkirakan pada tahun-tahun mendatang pem-

bangunan jalan baru akan lebih banyak dikerjakan. Pembangunan jalan baru sepanjang itu diperkirakan membutuhkan material agregat yang sangat banyak, karena proporsi agregat adalah sekitar 90% hingga 95% terhadap kebutuhan material untuk jalan.

Agregat halus yang berkualitas, sebagai bagian agregat dalam campuran beraspal, juga dibutuhkan dalam jumlah yang banyak. Karena perhatian masyarakat terhadap kerusakan lingkungan saat ini juga meningkat, pengambilan material agregat halus dari alam juga perlu dibatasi. Dalam pemenuhan terhadap kebutuhan agregat halus ini, perlu dicari material alternatif yang berkualitas, yang dapat menggantikan agregat halus yang ada. Material alternatif ini tentu harus memenuhi persyaratan teknis untuk digunakan sebagai material dalam pembangunan jalan.

Salah satu bahan yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agregat pengganti ialah pasir silika atau yang juga disebut pasir kuarsa. Pasir silika merupakan salah satu mineral umum yang ditemukan di kerak kontinen bumi. Pasir silika ini juga dikenal dengan nama pasir putih, yang merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama feldspar.

Pasir silika Bangka, merupakan salah satu jenis pasir silika, yang selama ini pemanfaatannya dinilai kurang maksimal dibandingkan dengan cadangan yang ada di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal panas, khususnya jenis Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC), dengan memanfaatkan pasir silika Bangka sebagai pengganti agregat halus. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memanfaatkan potensi material alternatif ini.

Lapisan AC-BC

Menurut Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2020), lapis beton aspal atau yang sering disebut dengan laston, berdasarkan tebal dan ukuran maksimum agregatnya dibagi menjadi 3 jenis campuran, yaitu Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) yang digunakan sebagai lapis permukaan, Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) yang digunakan sebagai lapis antara, dan Asphalt Concrete Binder Course (AC-Base) yang digunakan sebagai lapis pondasi, dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran berturut-turut adalah 19 mm, 25,4 mm, dan 37,5 mm. Dalam suatu sistem perkerasan, lapisan AC-BC memiliki beberapa fungsi, yang di antaranya adalah menyediakan drainase yang baik untuk melindungi lapisan di bawahnya dan menerima beban langsung lalu lintas serta menyebarkan beban lalu lintas tersebut untuk mengurangi tegangan pada lapisan struktur bawah. Untuk membuat kinerja lapisan ini berfungsi secara optimal, harus digunakan material dan bahan ikat yang memenuhi persyaratan serta memenuhi ketentuan yang berlaku di Indonesia.

Pada penelitian ini, persyaratan dan ketentuan campuran beraspal laston AC-BC yang digunakan adalah Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 Revisi 2 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas (laston) AC-BC yang digunakan sebagai lapis antara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Ketentuan Sifat-Sifat AC-BC Lapis Antara

Sifat-Sifat Campuran		Nilai
Jumlah tumbukan per bidang		75
Ratio partikel lolos ayakan 0,075 mm	Min	0,6
dengan kadar aspal efektif	Maks	1,2
	Min	3,0
Rongga dalam campuran (VITM) (%)	Maks	5,0
	Min	14
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	65
Rongga terisi aspal (VFWA) (%)	Min	800
Stabilitas Marshall (kg)	Min	2
	Maks	4
Pelelehan/ <i>Flow</i> (mm)	Min	90
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman 24 jam, suhu 60°	Min	

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2020)

Karakteristik Campuran

Menurut Asphalt Institute (2014), tujuan akhir pembuatan desain campuran adalah terpenuhinya seluruh karakteristik campuran beraspal yang diinginkan. Karakteristik yang dimaksud adalah:

- 1) *Stability*; merupakan kemampuan lapisan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur atau *bleeding*. Nilai stabilitas diperoleh dari pengamatan langsung pada alat Marshall, pada saat melakukan pengujian Marshall. Stabilitas terjadi karena adanya gaya geser antarbutir, penguncian antarpartikel, dan daya ikat yang baik lapisan beraspal. Stabilitas yang tinggi diperoleh melalui penggunaan agregat yang memiliki gradasi rapat, agregat dengan permukaan kasar, dan aspal dalam jumlah yang cukup.
- 2) *Fatigue Resistance*; merupakan kemampuan perkerasan dalam menahan pembebanan berulang akibat beban roda yang berasal dari lalu lintas.
- 3) *Impermeability*; merupakan kemampuan campuran beton aspal untuk tidak dimasuki oleh air. Gabungan antara air dan beban lalu lintas berulang dapat mengakibatkan efek gerusan pada saat air didorong masuk dan ditarik keluar dari rongga di perkerasan.
- 4) *Durability*; merupakan kemampuan perkerasan untuk menahan faktor-faktor, seperti penuaan aspal, disintegrasi agregat, dan pengupasan lapisan aspal dari agregat. Pada umumnya faktor-faktor tersebut diakibatkan oleh cuaca, beban lalu lintas, atau gabungan keduanya.
- 5) *Skid resistance*; merupakan kemampuan permukaan perkerasan yang terbuat dari campuran beraspal untuk meminimalisir selip pada ban kendaraan, terutama pada saat jalan basah. Hal ini terjadi karena pada saat jalan basah, yang disebabkan oleh adanya air hujan atau alasan lainnya, kekesatan pada lapis permukaan perkerasan dapat berkurang.
- 6) *Flexibility*; merupakan kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.
- 7) *Workability*; merupakan kemudahan campuran beraspal untuk ditempatkan maupun dipadatkan.

Pemanfaatan Pasir Silika pada Perkerasan Beraspal

Pasir silika atau yang dikenal juga dengan pasir kuarsa merupakan salah satu mineral umum yang dapat ditemukan pada kerak kontinen bumi. Pasir silika sendiri merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama feldspar (Yusnidah, 2021). Cadangan pasir silika terbesar di Indonesia terdapat di Provinsi Sumatera Barat, dan potensi lain terdapat di Provinsi Jawa Barat, Provinsi Sumatera Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan, serta Provinsi Bangka dan Belitung. Pasir Kuarsa yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan merupakan pasir kuarsa yang terbaik di Indonesia, dengan kadar silika (SiO_2) berkisar antara 97,6% hingga 98,53% (Iriansyah, 2011).

Ramadhan dan Suparma (2018) menyatakan perlunya memberi perhatian khusus untuk pasir kuarsa, karena jumlahnya yang banyak dan bentuk serta karakteristik pasir kuarsa itu sendiri. Permukaan pasir kuarsa yang kasar dan mempunyai tingkat kekerasan yang baik, diharapkan dapat menghadirkan kelekatan dengan aspal yang baik. Tekstur pasir kuarsa juga diharapkan dapat meningkatkan interlocking antaragregat, sehingga dapat mengurangi *stripping* pada lapis perkerasan.

Penggunaan pasir kuarsa dari berbagai daerah di Indonesia untuk campuran AC-BC sudah banyak diteliti, misalnya pasir kuarsa Sukabumi (Junaedi, 2020) dan pasir silika Kampar (Pratama dan Subarkah, 2017). Dari kedua penelitian tersebut disimpulkan bahwa pasir kuarsa dapat digunakan sebagai agregat halus sebagai pengganti batu pecah biasa dalam campuran beraspal.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, dimulai dengan tahap pengkajian literatur dalam menentukan bahan, standar, dan metode yang digunakan dalam menunjang dan mengarahkan penelitian. Kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap agregat dan aspal, yang dilakukan di laboratorium, dengan mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 Revisi 2 (2020). Setelah bahan-bahan penelitian memenuhi spesifikasi yang berlaku, kemudian dilakukan perancangan campuran dan pembuatan benda uji untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) campuran dengan menggunakan gradasi agregat sesuai target.

Kegiatan perancangan campuran pada penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap. Ketiga tahap tersebut meliputi:

1. tahap pemilihan bahan yang akan digunakan pada lapis perkerasan yang akan diuji,
2. tahap pemeriksaan terhadap bahan atau material yang digunakan, dan.
3. Tahap perancangan campuran, yang mana tahap ini mencakup perancangan campuran, pembuatan benda uji, serta pengujian benda uji. Perancangan campuran pada studi ini menggunakan metode Marshall.

Pada penelitian ini digunakan agregat yang berasal dari Sungai Clereng Kulonprogo dan pasir silika yang berasal dari daerah Bangka. Pasir silika diperoleh dari supplier PT Jayawan. Sedangkan aspal yang digunakan merupakan aspal penetrasi 60/70 produksi PT Shell Indonesia, yang didapat dari distributor resmi PT Buntara Mega Inti, Bekasi.

Dengan menggunakan bahan-bahan yang telah dipilih, dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah bahan-bahan tersebut memenuhi persyaratan yang ada. Pengujian dilakukan mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018, Revisi 2 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).

Perancangan Campuran

Pada studi ini digunakan lapis perkerasan laston pada lapis antara (*Asphalt Concrete Binder Course*). Gradasi agregat yang digunakan sebagai gradasi target adalah gradasi *mid-range*, yang mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 Revisi 2 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Gradasi yang digunakan untuk membuat campuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Gradasi Agregat untuk Campuran Beraspal Lapisan AC-BC

Ukuran Ayakan		Spesifikasi Lolos (%)		Gradasi Target (% lolos)
ASTM	(mm)	Min	Max	
1"	25	100	100	100
¾"	19	90	100	95
½"	12,5	75	90	82,5
⅜"	9,5	66	82	74
No. 4	4,75	46	64	55
No. 8	2,36	30	49	39,5
No. 16	1,18	18	38	28
No. 30	0,6	12	28	20
No. 50	0,3	7	20	13,5
No. 100	0,15	5	13	9
No. 200	0,075	4	8	6
Pan		0	0	0

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga (2020)

Selanjutnya, perancangan campuran dibagi menjadi 2 macam, berdasarkan agregat halus yang digunakan. Pertama adalah campuran yang tidak menggunakan pasir silika atau menggunakan batu pecah biasa, dan disebut Campuran AC-BC BPB. Sedangkan yang kedua adalah campuran yang menggunakan bahan substitusi pasir silika Bangka, dan disebut Campuran AC-BC PSB.

Penentuan variasi kadar aspal

Pada proses perancangan campuran, terlebih dahulu dilakukan penghitungan perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb), yang akan dipakai untuk membuat setiap campuran benda uji, dengan menggunakan *mix design* metode Marshall. Penentuan perkiraan kadar aspal optimum dilakukann dengan menggunakan persamaan:

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%filler) + K \quad (1)$$

dengan:

- Pb = Kadar aspal perkiraan, persenan dari berat campuran
- CA = Agregat kasar (tertahan ayakan No. 4)
- FA = Agregat halus (tertahan ayakan No. 8 dan tertahan ayakan No. 200)
- Filler = Agregat halus lolos ayakan No. 200
- K = Konstanta, yang nilainya sekitar (0,5-1) untuk Asphalt Concrete (AC) dan Hot Rolled Sheet (HRS), berdasarkan penyerapan agregat.

Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh hasil Pb sebesar 5,5%. Selanjutnya, digunakan 5 variasi kadar aspal untuk membuat campuran beraspal, dengan 2 kadar aspal lebih kecil daripada Pb dan 2 kadar aspal lebih besar daripada Pb, dengan perbedaan tiap variasi sebesar 0,5%.

Pembuatan dan Pengujian Benda Uji

Pada studi ini, benda-benda uji dibuat setelah dilakukan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisis material yang digunakan, dan telah dipastikan bahwa semua bahan yang digunakan memenuhi persyaratan atau memenuhi spesifikasi yang digunakan. Benda-benda uji dibuat, dengan diawali oleh penimbangan bahan-bahan agregat dan atau bahan substitusi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

Perancangan campuran beraspal dilakukan dengan menggunakan metode Marshall. Selanjutnya, dilakukan pengujian volumetrik dan pengujian mekanis, yang diawali dengan pengukuran dimensi dan pengukuran berat benda uji. Setelah itu, benda-benda uji direndam untuk selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan mesin Marshall, untuk mendapatkan data karakteristik mekanis Marshall benda-benda uji. Dari pengujian Marshall ini diperoleh nilai stabilitas dan flow benda uji.

Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) dilakukan dengan menggunakan Metode Marshall. Dari karakteristik Marshall yang diperoleh pada saat pengujian volumetrik maupun pengujian mekanis, selanjutnya digunakan metode *narrow range* untuk menentukan KAO untuk kedua jenis benda uji.

Setelah nilai KAO diperoleh, dilakukan pembuatan benda-benda uji kembali dengan menggunakan KAO tersebut, untuk masing-masing jenis benda uji. Selanjutnya, dilakukan pengujian karakteristik campuran, menggunakan mesin Marshall, yang dibuat dengan menggunakan KAO. Pengujian Marshall juga dilakukan untuk mendapatkan Stabilitas Marshall sisa (%) setelah benda-benda uji direndam selama 24 jam pada temperatur 60°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Marshall

Dari pengujian Marshall terhadap benda-benda uji, diperoleh parameter Marshall benda-benda uji tersebut. Parameter Marshall untuk kedua jenis campuran beraspal, yaitu

campuran tanpa pasir silika Bangka (AC-BC BPB) dan campuran yang menggunakan pasir silika Bangka (AC-BC PSB) dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Selanjutnya, penentuan kadar aspal optimum dilakukan berdasarkan karakteristik Marshall benda-benda uji, yang dianalisis menggunakan metode *narrow range*.

Tabel 3 *Volumetric Characteristic* Benda-Benda Uji

Parameter Marshall	Kadar Aspal (%)					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Campuran AC-BC BPB						
Density(g/cm ³)		2,34	2,35	2,36	2,37	2,39
VMA (%)		15,6	15,5	15,6	15,5	15,5
VITM (%)		5,4	4,3	3,1	2,2	1,7
VFWA (%)		65,2	72,5	80,1	85,7	89,1
Campuran AC-BC PSB						
Density(g/cm ³)	2,30	2,32	2,34	2,35	2,38	
VMA (%)	16,4	16,2	15,7	15,7	15,3	
VITM (%)	7,8	6,6	5,0	4,0	2,4	
VFWA (%)	52,3	59,5	68,3	74,8	84,5	

Tabel 4 Nilai Stabilitas dan Flow Benda-Benda Uji

Parameter Marshall	Kadar Aspal (%)					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Campuran AC-BC BPB						
Stabilitas (kg)		1468	1487	1374	1337	1202
Flow (cm)		2,4	2,8	3,0	3,3	4,0
Campuran AC-BC PSB						
Stabilitas (kg)	1341	1347	1349	1330	1308	
Flow (cm)	2,5	2,6	2,5	2,8	3,5	

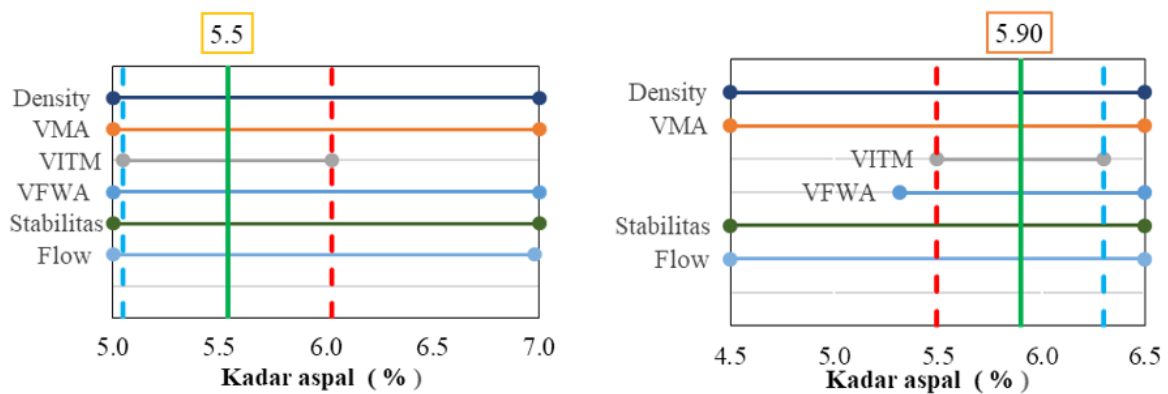
Berdasarkan hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 3, dapat dijelaskan bahwa penggunaan pasir silika pada campuran beraspal menyebabkan kepadatan (*density*) benda-benda uji pada campuran beraspal cenderung lebih tinggi. Untuk nilai *Void Mineral Aggregate* (VMA), terlihat bahwa benda-benda uji tanpa pasir silika memiliki nilai VMA lebih tinggi dibandingkan dengan benda-benda uji yang menggunakan substitusi pasir silika, yang berarti bahwa benda-benda uji tanpa pasir silika memiliki jarak antaragregat yang lebih dibandingkan dengan benda-benda uji yang menggunakan pasir silika. Selanjutnya, untuk *Void in the Mix* (VITM), terlihat bahwa campuran yang menggunakan pasir silika memiliki nilai VITM yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang tidak menggunakan pasir silika. Terlihat juga bahwa campuran dengan pasir silika membutuhkan aspal yang lebih banyak untuk memenuhi persyaratan minimum dan maksimum VITM. Selanjutnya, pada *Void Filled with Asphalt* (VFWA), terlihat bahwa penambahan pasir silika membuat nilai VFWA cenderung lebih rendah. Kedua jenis campuran beraspal, pada kadar aspal 4,5%, tidak memenuhi syarat minimal nilai VFWA, yaitu 65%, sedangkan pada kadar-kadar aspal lainnya memenuhi persyaratan.

Mechanical Characteristics

Pada Tabel 5 menunjukkan nilai-nilai stabilitas dan *flow* campuran beraspal yang menggunakan pasir silika Bangka (AC-BC PSB) dan campuran beraspal tanpa pasir silika Bangka (AC-BC BPB). Terlihat bahwa stabilitas campuran yang menggunakan pasir silika Bangka (AC-BC PSB) memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan campuran yang tidak menggunakan pasir silika Bangka (AC-BC BPB), pada setiap variasi kadar aspal. Sementara itu, berdasarkan nilai *flow*, terlihat bahwa benda uji tanpa pasir silika Bangka (AC-BC BPB) lebih plastis dan pasir silika membuat campuran semakin getas.

Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO), dilakukan analisis dengan menggunakan metode *narrow range* untuk, dengan menggunakan data hasil pengujian Marshall, yang terdapat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Hasil analisis ini memberikan nilai KAO campuran AC-BC BPB sebesar 5,5% dan nilai KAO campuran AC-BC PSB sebesar 5,9%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Penentuan Kadar Aspal Optimum pada Campuran AC-BC BPB (Kiri) dan Campuran AC-BC PSB (Kanan)

Tabel 5 Karakteristik Marshall pada Kondisi KAO

Jenis Pengujian	Campuran AC-BC	
	AC-BC BPB	AC-BC PSB
Kadar Aspal Optimum (%)	5,5	5,9
Marshall Standar		
a. Stabilitas (kg)	1453	1375
b. Flow (mm)	2,61	3,07
Marshall Standar 24 jam		
a. Stabilitas (kg)	1321	1200
b. Flow (mm)	2,88	3,48

Karakteristik Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum

Analisis karakteristik campuran beraspal pada kondisi KAO pada tahap ini menggunakan data hasil pengujian Marshall standar, yang terdapat pada Tabel 5 dan Tabel 6. Nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) menunjukkan kemampuan campuran bertahan, karena pengaruh

air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran beraspal yang menggunakan pasir silika sebagai bahan substitusi untuk menggantikan agregat halus dalam campuran masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, yaitu 90% (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).

Tabel 6 Nilai Indeks Kekuatan Sisa

Campuran	KAO (%)	Nilai Stabilitas Marshall (kg)		IKS (%)
		Perendaman Standar	Perendaman 24 Jam	
AC-BC BPB	5,5	1453	1321	94,6
AC-BC PSB	5,9	1375	1200	90,8

KESIMPULAN

Setelah dilakukan kajian, mulai dari tahap persiapan, tahap pemeriksaan agregat dan aspal, tahap pembuatan benda uji, tahap pengujian, hingga tahap analisis terhadap hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan campuran dengan Metode Marshall dan penentuan kadar aspal optimum memakai metode *narrow range* memberikan hasil nilai kadar aspal optimum untuk campuran tanpa pasir silika (AC-BC BPB) sebesar 5,5% dan untuk campuran menggunakan pasir silika Bangka (AC-BC PSB) sebesar 5,9%.

Nilai Indeks Kekuatan Sisa pada campuran beraspal yang tidak menggunakan pasir silika Bangka lebih tinggi daripada yang terdapat pada campuran beraspal yang menggunakan pasir silika Bangka. Nilai IKS campuran yang tidak menggunakan pasir silika adalah 94,61%, sedangkan nilai IKS campuran yang menggunakan pasir silika Bangka sebesar 90,82%. Walaupun demikian, nilai-nilai IKS untuk kedua jenis campuran beraspal yang diteliti masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, yaitu minimum sebesar 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. 2014. *MS-2 Asphalt Mix Design Methods (7 Ed.)*. Lexington, KY
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2020. *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Iriansyah, A. S. 2011. *Kajian Aplikasi Pasir Kuarsa sebagai Campuran Lapis Pondasi Pasir (AC-BC) Aspal Emulsi*. Jurnal Jalan dan Jembatan, 28 (2): 97–110.
- Junaedi, D. R. 2020. *Pengaruh Penggunaan Pasir Kuarsa sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus untuk Perkerasan Laston AC-BC*. Jurnal Student Teknik Sipil, 2 (2): 109–117.
- Pratama, H. dan Subarkah. 2017. *Pengaruh Penggunaan Pasir Putih Kuarsa Kabupaten Kampar sebagai Pengganti Sebagian Filler terhadap Karakteristik Marshall pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Skripsi tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

- Ramadhan, G. B. dan Suparma, L. B. 2018. *Pengaruh Penggunaan Pasir Kuarsa pada Laston AC-WC sebagai Pengganti Agregat Halus*. Jurnal Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia, 4 (2): 91–104.
- Yusnidah. 2021. *Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO₂) dengan Metode XRD*. Buletin Utama Teknik, 16 (2): 89–93.