

JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

**Analisis *Poisson Ratio* dan Ketahanan Deformasi Campuran AC-WC
Substitusi Pasir Silika**

Zulfadli Ibrahim¹, Lambang Basri Said², Andi Alifuddin³

¹Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo No. 225 Makassar, Sulawesi Selatan
Email: zulfadliibrahim607@gmail.com

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo KM 05 Makassar, Sulawesi Selatan
Email: ²lambangbasri.said@umi.ac.id; ³andi.alifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan wilayah dan kota di Indonesia terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan transportasi sehingga menambah beban lalu lintas. Hal ini berimplikasi terhadap kerusakan perkerasan jalan. Penelitian terkait dilakukan untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan, salah satunya penggunaan material alternatif, yaitu pasir silika. Diharapkan pasir silika mampu meningkatkan kinerja dan ketahanan deformasi campuran AC-WC. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi pasir silika pada campuran AC-WC terhadap nilai *poisson ratio* dan tingkat ketahanan deformasi campuran. Pengujian dilakukan dengan alat uji *Indirect Tensile Strength* dan alat uji *Wheel Tracking Machine*. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tarik, *poisson ratio*, stabilitas dinamis, dan laju deformasi campuran ditunjukkan pada masing-masing variasi pasir silika dengan campuran KAO 5,8%, KAO Interval 4,8%, dan KAO Interval 6,8%. Nilai kuat tarik dan *poisson ratio* tertinggi ditunjukkan pada campuran KAO 5,8% dengan pasir silika 15% sebesar 83960,15 Kpa dan 0,721. Campuran dengan ketahanan deformasi terbaik ditunjukkan pada campuran pasir silika 15% dengan KAO 5,8%, dengan stabilitas dinamis (DS) tertinggi sebesar 750 lintasan/mm dan laju deformasi (RD) terendah sebesar 0,028 mm/menit.

Kata Kunci: Pasir silika, kuat tarik tidak langsung, *poisson ratio*, ketahanan deformasi

ABSTRACT

The development of regions and cities in Indonesia continues to increase in line with the growth of transportation, thus increasing the traffic load. This has implications for road pavement damage. Related research is carried out to improve the performance of road pavements, one of which is the use of alternative materials, namely silica sand. It is expected that silica sand can improve the performance and deformation resistance of the AC-WC mixture. The purpose of this study was to analyze the effect of variations in silica sand on the AC-WC mixture on the poisson ratio value and the level of deformation resistance of the mixture. Tests were carried out with the Indirect Tensile Strength test equipment and the Wheel Tracking Machine test equipment. From the test results, the values of tensile strength, poisson ratio, dynamic stability, and deformation rate of the mixture are shown in each variation of silica sand with a mixture of KAO 5.8%, KAO Interval 4.8%, and KAO Interval 6.8%. The highest tensile strength and poisson ratio values were shown in the KAO mixture of 5.8% with 15% silica sand of 83960.15 Kpa and 0.721. The mixture with the best deformation resistance was shown in a mixture of 15% silica sand with 5.8% KAO, with the highest dynamic stability (DS) of 750 passes / mm and the lowest deformation rate (RD) of 0.028 mm / minute.

Keywords: Silica Sand, Indirect Tensile Strength, Poisson Ratio, Deformation Resistance

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Perkembangan wilayah dan kota di Indonesia bisa ditandai dengan semakin meningkatnya laju pertumbuhan transportasi. Laju pertumbuhan kendaraan di Indonesia berada pada kisaran 10-15% tiap tahun (BPS, 2017). Tetapi tidak bisa dipungkiri bahwa meningkatnya jumlah tersebut akibat kebutuhan transportasi yang terus meningkat. Tingginya angka pertumbuhan menyebabkan beban lalu lintas terus meningkat dan akhirnya berimplikasi langsung terhadap potensi terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan raya. Menurut Sulaksono (2001), pada dasarnya setiap struktur perkerasan jalan akan mengalami proses pengrusakan secara progresif sejak jalan pertama kali dibuka untuk lalu lintas.

Dalam bidang konstruksi perkerasan lentur jalan raya, kemampuan layan jalan merupakan hal yang wajib diperhatikan. Kemampuan layan merupakan kemampuan suatu lapisan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas selama masa layan. Salah satu penyebab utama dari buruknya kemampuan layan jalan adalah karena rendahnya daya tahan lapisan perkerasan terhadap beban lalu lintas yang terus bertambah berat. Hal tersebut ditandai dengan kerusakan-kerusakan yang muncul berupa deformasi berupa alur (*rutting*) hingga retak akibat kelelahan (*fatigue*).

Ketahanan campuran *Asphalt Concrete* dapat dilihat dari nilai stabilitas dan kelelehannya (*flow*). Selain stabilitas, parameter lain yang dapat dilihat adalah *poisson ratio* dan ketahanan deformasi campuran. *Poisson ratio* menandakan tingkat fleksibilitas campuran. Semakin tinggi nilainya, maka fleksibilitas campuran meningkat. Sebaliknya, semakin rendah nilai *poisson*, maka fleksibilitas campuran menurun (kaku). Beberapa penelitian terkait pengembangan penggunaan material alternatif pengganti material alam telah

dilakukan untuk mendapatkan kualitas perkerasan jalan yang baik. Hal ini bertujuan untuk mengurangi penggunaan material alam yang berlebihan. Salah satu material alternatif yang dapat dijadikan bahan campuran aspal beton adalah pasir silika. Beberapa penelitian terkait menunjukkan bahwa pengaruh pasir silika terhadap sifat-sifat campuran AC-WC memenuhi syarat dan kuat tarik tidak langsung tergolong sangat baik karena memenuhi syarat Spesifikasi Umum 2018 diatas 80%. (Gayuh dan Latif, 2018).

Penelitian ini akan berfokus pada penambahan pasir silika sebagai material alternatif substitusi dalam campuran lapis aus (AC-WC) untuk mendapatkan nilai *poisson ratio* pada kadar pasir silika tertentu dan ketahanan deformasi yang baik. Pasir silika yang digunakan berasal dari Provinsi Lampung, dimana pasir ini memiliki kandungan silika yang tinggi sebesar 99,13% (hasil uji Lab. Sucofindo). Kandungan silika yang tinggi diharapkan meningkatkan stabilitas campuran sehingga mampu menahan repetisi beban yang tinggi. Secara fisik, permukaan pasir silika cukup kasar dan mempunyai tingkat kekerasan yang baik diharapkan memiliki adhesi yang baik dan meningkatkan *interlocking* antar agregat sehingga dapat meningkatkan kinerja perkerasan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi pasir silika terhadap nilai *poisson ratio* campuran *Asphalt Concrete* (AC-WC) dan bagaimana pengaruh variasi pasir silika terhadap ketahanan deformasi campuran *Asphalt Concrete* (AC-WC)

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis pengaruh variasi pasir silika terhadap nilai *poisson ratio* campuran *Asphalt Concrete* (AC-WC) dan menganalisis pengaruh variasi pasir

silika terhadap ketahanan deformasi campuran *Asphalt Concrete* (AC-WC)

1.4 Hipotesis

Substitusi agregat halus dengan pasir silika dalam kadar tertentu didapatkan nilai *poisson ratio* dan ketahanan deformasi meningkat.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Dengan metode eksperimen untuk mengumpulkan data-data hasil percobaan dan metode analisis data kuantitatif untuk analisis data hasil penelitian.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah agregat alam yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler* (abu batu) dari Bili-Bili Kab. Gowa, aspal Pertamina pen. 60/70, dan pasir silika dari Provinsi Lampung. Alat yang digunakan adalah alat uji pemeriksaan agregat kasar, halus dan aspal, serta alat uji Marshall, *Indirect Tensile Strength* (ITS) dan *Wheel Tracking*.

2.3 Tahapan Penelitian

a. Penelitian ini dimulai dengan pemeriksaan gradasi setiap agregat (batu pecah 1-2, 0,5-1, abu batu, pasir silika) dan aspal. Kemudian, dengan metode *trial and error*, ditentukan persentase masing-masing agregat termasuk

substitusi pasir silika terhadap abu batu untuk mendapatkan total agregat. Total agregat disesuaikan dengan syarat gradasi AC-WC dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Didapatkan besar persentase yang memenuhi syarat adalah substitusi pasir silika 0%-25%. Kemudian, gradasi yang telah ditentukan dengan variasi substitusi pasir silika, dihitung nilai kadar aspal rencana yang dihasilkan setiap substitusi dan dilihat signifikasinsi kadar aspal rencana yang dihasilkan tiap substitusi pasir silika dalam campuran.

- b. Ditentukan variasi kadar aspal dengan interval 0,5% dari berat campuran AC-WC
- c. Dilakukan uji Marshall dengan variasi kadar aspal untuk mengetahui karakteristik campuran dan kadar aspal optimum
- d. Dilakukan uji *Indirect Tensile Strength* (ITS) dengan campuran variasi kadar aspal optimum (-1% dan +1%) dan variasi substitusi pasir silika 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% untuk mendapatkan besar kuat tarik tidak langsung dan *poisson ratio* campuran.
- e. Dilakukan uji *Wheel Tracking* dengan campuran variasi kadar aspal optimum (-1% dan +1%) dan variasi substitusi pasir silika 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% untuk mendapatkan total deformasi, laju deformasi dan stabilitas dinamis campuran AC-WC.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material yang dilakukan adalah berupa pemeriksaan terhadap agregat batu pecah (*split*) 1-2, batu pecah (*split*) 0,5-1, abu batu, dan pasir silika

sebagai material yang akan disubstitusi kedalam campuran berdasarkan ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hasil pemeriksaan ditunjukkan pada tabel 1 dan 2 berikut:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Split		Abu Batu	Pasir Silika	Spesifikasi
		1 – 2	0,5 – 1			
	Formula	15%	37%	48%	0–25%	
1	Ayakan (% Lolos)					
	3/4"	100	100	100	100	100
	1/2"	58,67	100	100	100	90-100
	3/8"	17,93	89,87	100	100	77-90
	No. 4	0,73	32,63	100	100	53-69
	No. 8	0	0,57	85,80	77,65	33-53
	No. 16	0	0	60,34	48,85	21-40

	No. 30	0	0	44,17	22,35	14-30
	No. 50	0	0	31,36	3,10	9-22
	No. 100	0	0	20,05	0,55	6-15
	No. 200	0	0	11,32	0,15	4-9
2	Berat Jenis Agregat					
	a. <i>Bulk</i>	2,548	2,551	2,591	2,640	2,4-2,9
	b. <i>SSD</i>	2,587	2,600	2,706	2,776	2,4-2,9
	c. <i>Apparent</i>	2,652	2,682	2,523	2,563	2,4-2,9
	d. Penyerapan	1,531	1,905	2,670	2,987	Maks. 3%
3	Berat Isi					
	a. Gembur	1,429	2,049	1,540	-	
	b. Padat	1,475	2,219	1,729	-	

Hasil pengujian agregat yang ditunjukkan pada tabel 1 menunjukkan sifat-sifat fisik agregat memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Ditunjukkan bahwa ilai berat jenis bulk diperoleh untuk *split* 1-2 sebesar 2,548, *split* 0,5-1 sebesar 2,551, abu batu sebesar 2,591 dan pasir silika sebesar 2,640. Nilai berat jenis SSD diperoleh untuk *split* 1-2 sebesar 2,587, *split* 0,5-1 sebesar 2,6, abu batu sebesar 2,706 dan pasir silika sebesar 2,776. Nilai berat jenis *apparent* diperoleh untuk *split*

1-2 sebesar 2,652, *split* 0,5-1 sebesar 2,682, abu batu sebesar 2,523 dan pasir silika sebesar 2,563. Untuk uji penyerapan air (*absorption*) yang diperoleh untuk *split* 1-2 sebesar 1,531%, *split* 0,5-1 sebesar 1,905%, abu batu sebesar 2,670%, dan pasir silika sebesar 2,987% dapat memenuhi spesifikasi standar penyerapan air agregat yang ditetapkan sebesar maksimum 3%. Gradasi agregat khususnya pasir silika menunjukkan gradasi yang baik.

Berikut hasil pemeriksaan aspal Pertamina pen. 60/70 (Tabel 2)

Tabel 2 Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik aspal Pertamina pen. 60/70

No	Jenis Pemeriksaan	Aspal	Spesifikasi Aspal Pen. 60/70
1	Penetrasi 25°C;100 gr (0,1 mm)	60	60-70
2	Berat Jenis Aspal	1,024	≥ 1,0
3	Titik Lembek Aspal (°C)	53,25	≥ 48°C
4	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	220° dan 295°	≥ 232°C
5	Daktalitas, 25°C (cm)	152,50	≥ 100 cm

Hasil pengujian aspal yang ditunjukkan pada tabel 2 menunjukkan sifat-sifat fisik aspal memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Hal ini ditunjukkan dengan berat jenis aspal penetrasi 60/70 sebesar 1,024, penetrasi

aspal sebesar 60, titik lembek sebesar 53,25°C, titik nyala dan titik bakar pada 220°C dan 295°C, dan daktalitas 152,50 cm. Nilai tersebut memenuhi syarat spesifikasi aspal pen. 60/70.

3.2 Hasil Uji Marshall

Pengujian Marshall ini dibuat dengan jumlah bahan uji campuran AC-WC sebanyak 15 buah, dengan menguji campuran dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Pengujian ini untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) dengan melihat hubungan antara variasi kadar aspal yang

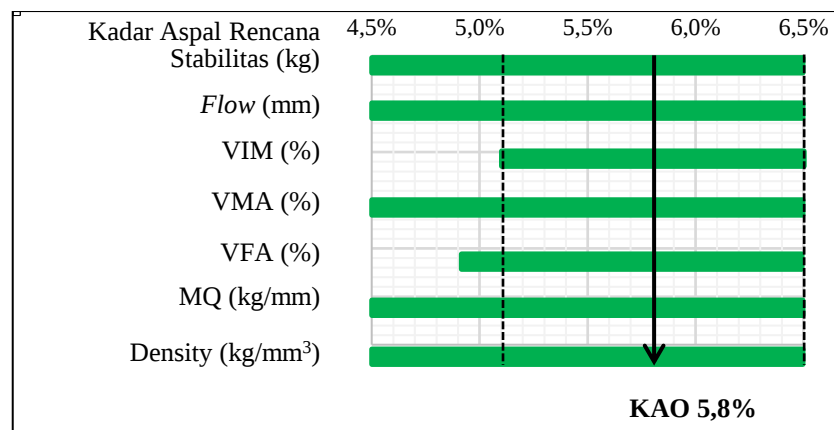
diuji terhadap nilai karakteristik dari hasil uji *Marshall*. Analisis karakteristik campuran memperlihatkan beberapa parameter hasil uji *Marshall*, yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VFA, VMA, *Marshall Quotient* dan *density*. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Campuran *Marshall*

Sifat-Sifat Campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi AC-WC
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%	
Density (kg/mm³)	2,266	2,284	2,302	2,297	2,293	≥2,2 kg/mm ³
VIM (%)	6,54	5,25	3,89	3,52	3,11	3 - 5%
VMA (%)	15,77	15,58	15,33	15,97	16,56	Min. 15%
VFA (%)	58,57	66,30	74,67	77,95	81,26	Min. 65%
Stabilitas (kg)	951,44	1062,53	1152,99	1044,68	949,03	Min. 800 kg
Flow (mm)	2,77	2,90	3,00	3,10	3,30	2 - 4 mm
Marshall Quotient (kg/mm)	348,18	365,58	385,66	339,53	290,87	Min.250 kg/mm

Parameter yang telah diuji kemudian menjadi pertimbangan dalam menentukan kadar aspal optimum (KAO). Kadar aspal yang dipertimbangkan sebagai nilai optimum adalah kadar aspal yang memenuhi 7 karakteristik campuran tersebut. Berdasarkan tabel 3, nilai *density*,

stabilitas, *flow*, *VMA* dan *Marshall Quotient* secara keseluruhan memenuhi spesifikasi campuran AC-WC, sedangkan nilai *VIM* dan *VFA*, beberapa campuran dengan beberapa variasi kadar aspal tidak memenuhi spesifikasi campuran AC-WC. Hasil yang telah diuji direkapitulasi kedalam grafik berikut:



Gambar 1. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat hubungan kadar aspal dengan karakteristik campuran diambil nilai tengah pada grafik yang memenuhi karakteristik *Marshall Test*, sehingga diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar:

$$\text{KAO} = \frac{5,1\% + 6,5\%}{2} = 5,8\%$$

Hasil pengujian menunjukkan kadar aspal terendah dan tertinggi ditunjukkan pada gambar 1 yang memenuhi spesifikasi adalah 5,1% - 6,5%. Dapat

dilihat nilai *VIM* yang menjadi pertimbangan dalam menentukan batas kadar aspal karena kadar aspal lainnya tidak memenuhi syarat spesifikasi campuran. Kadar Aspal Optimum (KAO) kemudian digunakan dalam perencanaan campuran pembuatan benda uji dengan bahan substitusi pasir silika. Variasi pasir silika dengan kadar aspal optimum tersebut digunakan untuk membuat sampel benda uji *Marshall* (campuran KAO), *Indirect Tensile Strength* (ITS) dan *Wheel Tracking*.

3.3 Hasil Uji *Marshall* Campuran Kadar Aspal Optimum dengan Variasi Pasir Silika

Pengujian *Marshall* ini dibuat kembali dengan jumlah bahan uji campuran AC-WC sebanyak 18 buah, dengan menguji campuran kadar aspal optimum dengan

variasi pasir silika 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Pasir silika yang digunakan adalah lolos saringan no. 4 (< 4,75 mm) yang disubstitusikan terhadap abu batu. Pengujian *Marshall* ini dilakukan kembali untuk mengetahui pengaruh

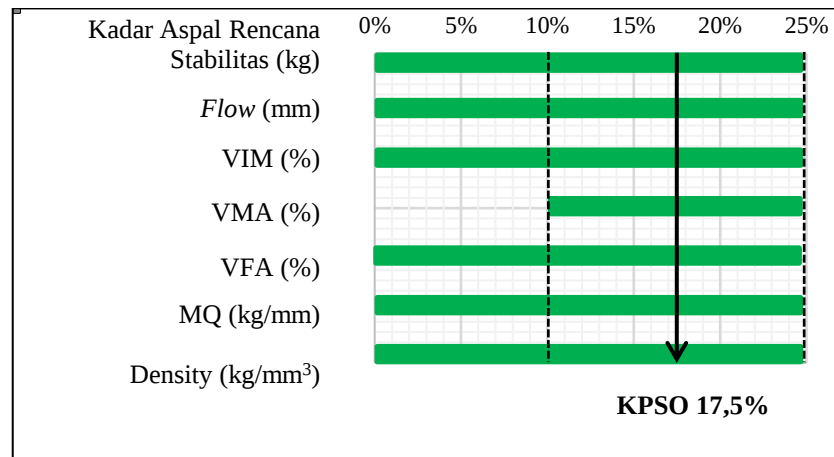
campuran dengan variasi substitusi pasir silika dengan kadar aspal optimum 5,8% terhadap nilai-nilai karakteristik campuran yang memenuhi syarat dalam spesifikasi campuran AC-WC.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Campuran *Marshall*

Sifat-Sifat Campuran	Hasil Pengujian						Spesifikasi AC-WC
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	
Density (kg/mm³)	2,319	2,315	2,307	2,302	2,296	2,291	≥2,2 kg/mm ³
VIM (%)	3,12	3,30	3,65	3,83	4,08	4,17	3 - 5%
VMA (%)	14,98	15,13	15,45	15,60	15,83	16,04	Min. 15%
VFA (%)	79,20	78,24	76,37	75,45	74,20	73,05	Min. 65%
Stabilitas (kg)	938,22	1077,1	1150,2	1115,8	1072,1	992,96	Min. 800 kg
Flow (mm)	2,93	2,63	2,57	2,53	2,80	3,27	2 - 4 mm
Marshall Quotient (kg/mm)	321,01	410,49	449,54	440,37	384,52	327,40	Min. 250 kg/mm

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* dengan campuran kadar aspal optimum dan variasi substitusi pasir silika yang ditunjukkan pada tabel 4, maka dapat

ditentukan campuran dengan kadar pasir silika optimum (KPSO). Semua hasil yang telah diuraikan kemudian direkapitulasi kedalam grafik berikut:



Gambar 2. Penentuan Kadar Pasir Silika Optimum (KPSO)

Berdasarkan hasil uji Marshall untuk campuran kadar aspal optimum dan variasi substitusi pasir silika, maka dapat ditentukan campuran dengan kadar pasir silika optimum (KPSO)

$$KPSO = \frac{10\% + 25\%}{2} = 17,5\%$$

3.4 Hasil Uji *Indirect Tensile Strength* (ITS)

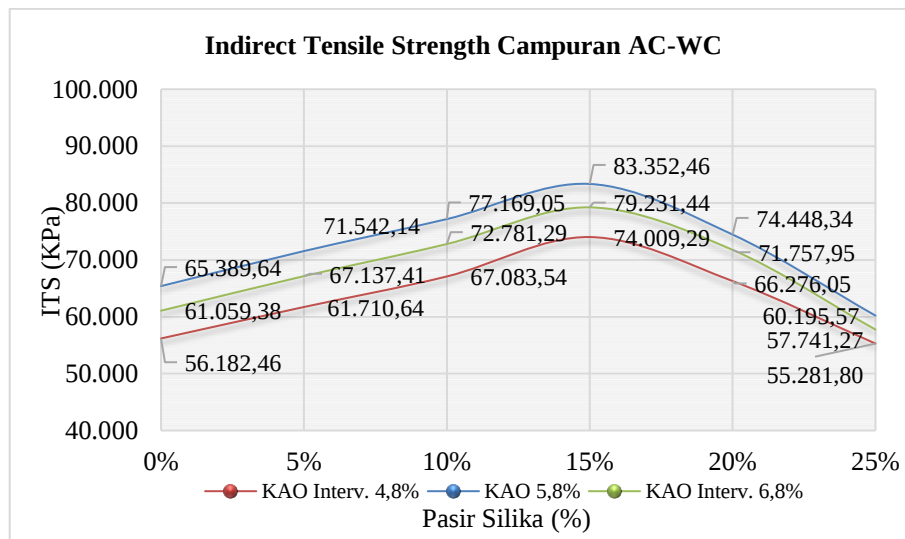
Uji *Indirect Tensile Strength* (ITS) merupakan uji untuk mendapatkan kuat

Hasil pengujian menunjukkan campuran dengan kadar pasir silika yang memenuhi sifat-sifat campuran adalah 10% - 25%. Dapat dilihat nilai VMA yang menjadi pertimbangan dalam menentukan batas kadar pasir silika karena kadar pasir silika lainnya tidak memenuhi syarat spesifikasi campuran.

tarik tidak langsung campuran beraspal. Beberapa parameter dapat diketahui secara langsung dari uji *Indirect Tensile Strength* (ITS), yaitu besar deformasi

vertikal, deformasi horizontal, regangan, kuat tarik tidak langsung, *poisson ratio* (μ), dan modulus elastisitas (E). Nilai ITS menandakan batasan maksimum suatu campuran mampu menahan beban lalu lintas sebelum akhirnya mengalami retak (*failure*) akibat kegagalan tarik. Pengujian *Indirect Tensile Strength* (ITS) ini dibuat dengan jumlah bahan uji campuran AC-WC sebanyak 54 buah, dengan menguji campuran dengan

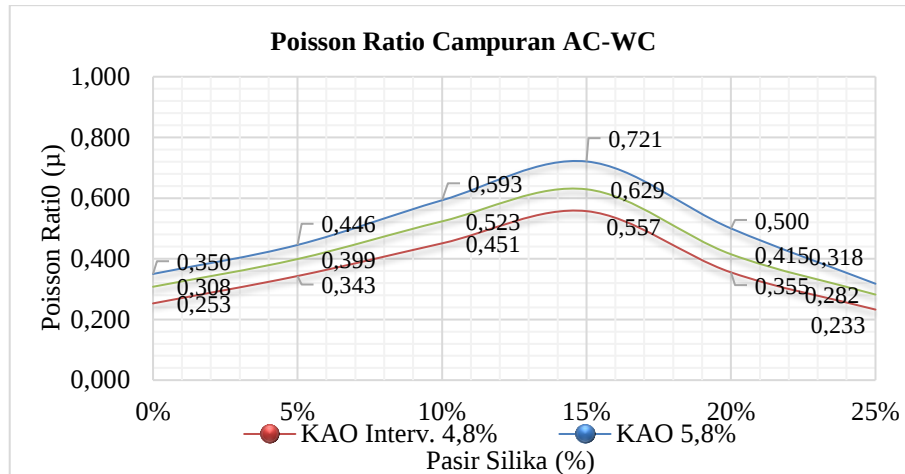
variasi kadar aspal optimum 4,8%, 5,8%, dan 6,8% dengan variasi pasir silika 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Pengujian *Indirect Tensile Strength* ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh campuran dengan variasi substitusi pasir silika dengan variasi kadar aspal optimum terhadap kuat tarik tidak langsung dan *poisson ratio* campuran AC-WC. Berikut hasil uji *Indirect Tensile Strength* ditunjukkan pada gambar 3:



Gambar 3. Grafik *Indirect Tensile Strength* Campuran AC-WC

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat hubungan nilai kuat tarik campuran terhadap variasi kadar pasir silika dalam campuran AC-WC pada setiap campuran kadar aspal, yaitu 5,8%, 4,8% dan 6,8%. Secara umum, campuran dengan kadar pasir silika 15% pada setiap variasi kadar aspal optimum memiliki kuat tarik yang lebih tinggi dibanding kadar pasir silika lainnya, yaitu 83352,46 Kpa, 79231,44 Kpa, dan 74009,29 Kpa. Kuat tarik campuran cenderung mengalami kenaikan hingga kadar pasir silika sebesar 15% sebesar dan menurun setelah penambahan pasir silika diatas 15%. Disisi lain, dengan penambahan pasir silika fleksibilitas campuran meningkat hingga kadar 15%. Pasir silika

dari Provinsi Lampung ini memiliki tingkat *absorpsi* yang lebih tinggi dan tingkat kekasaran yang cenderung lebih rendah daripada agregat batu pecah sehingga apabila penggunaan melebihi batas tertentu berpotensi mengurangi *adhesi* antara aspal dan agregat berkurang sehingga mengurangi kuat tarik campuran. Untuk pasir silika dari Provinsi Lampung merupakan salah satu pasir silika dengan tingkat pelekatan yang tergolong kurang karena sebagian besar mengandung elektron positif. Agregat pasir silika dengan elektron negatif cenderung lebih baik dalam memperbaiki kekuatan lekatan terhadap aspal. (Iriansyah, 2011)



Gambar 4. Grafik *Indirect Tensile Strength* Campuran AC-WC

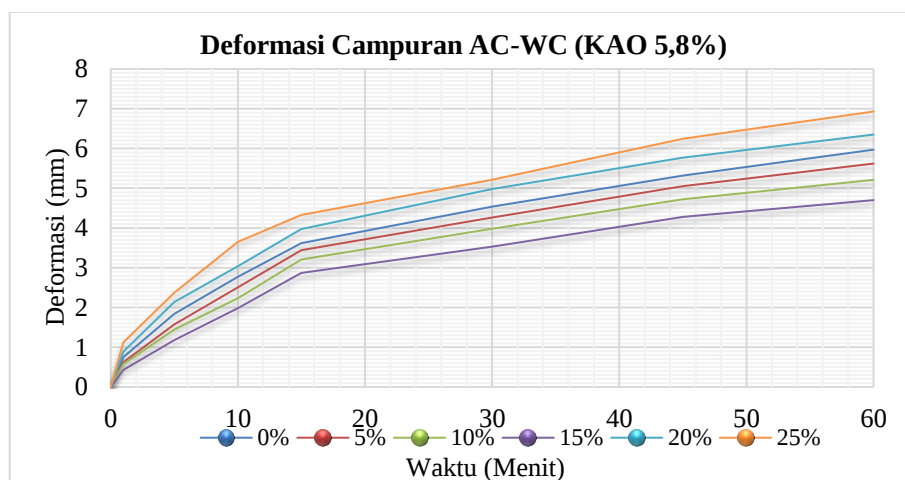
Berdasarkan grafik 4.16, dapat dilihat hubungan nilai *poisson ratio* campuran AC-WC terhadap variasi kadar pasir silika. Secara umum, campuran dengan kadar pasir silika 15% pada setiap variasi kadar aspal optimum menunjukkan *poisson ratio* tertinggi dibanding kadar pasir silika lainnya, yaitu 0,721, 0,629, dan 0,557. Kuat tarik campuran cenderung mengalami kenaikan hingga kadar pasir silika 15% dan menurun setelah penambahan pasir silika diatas 15%. Campuran dengan penambahan pasir silika pada kadar aspal optimum

5,8%, menunjukkan angka *poisson* yang paling besar dibanding campuran kadar aspal optimum lainnya. Semakin tinggi nilai *poisson ratio* menunjukkan semakin tinggi fleksibilitas sebuah campuran aspal. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat fleksibilitas campuran juga ikut meningkat dan diikuti dengan meningkatnya kuat tarik campuran pada kadar tertentu (15% pasir silika). Pasir silika harus dibatasi hingga kadar tertentu untuk mendapatkan kuat tarik campuran maksimum.

3.5 Hasil Uji *Wheel Tracking*

Untuk melihat kinerja ketahanan deformasi campuran dilakukan tinjauan terhadap tiga parameter uji *Wheel Tracking*, yaitu kedalaman alur

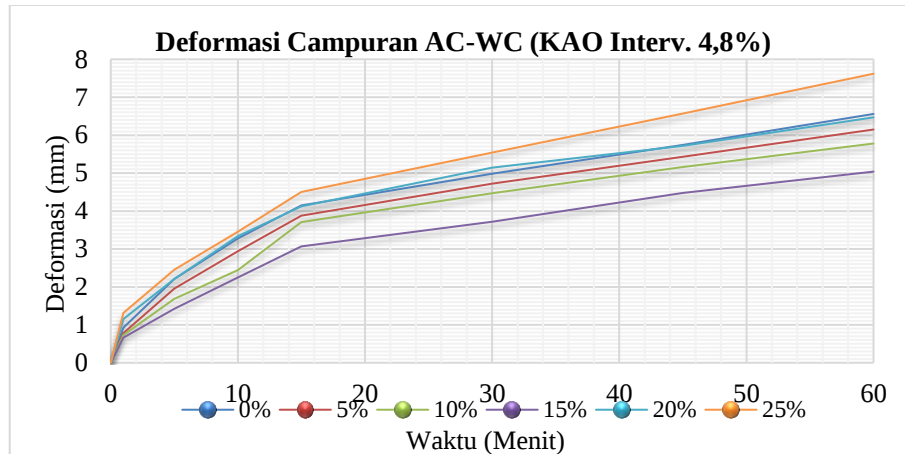
(deformasi), laju deformasi (RD), dan stabilitas dinamis (DS). Berikut diuraikan hasil pengujian *Wheel Tracking* ditunjukkan pada gambar 5:



Gambar 5. Grafik Deformasi Campuran AC-WC dengan KAO Interval 5,8%

Berdasarkan gambar 5, ditunjukkan besar deformasi yang terjadi dari hasil uji *Wheel Tracking* pada setiap variasi campuran menunjukkan deformasi semakin meningkat secara berturut-turut seiring bertambahnya kadar pasir silika dalam campuran dengan KAO 5,8%.

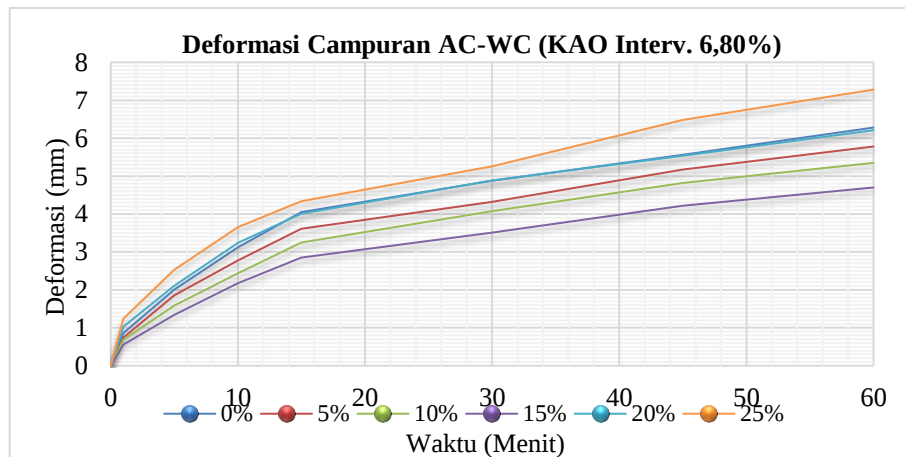
Deformasi terkecil terjadi pada campuran dengan komposisi pasir silika 15% dengan total deformasi sebesar 2,71 mm dan deformasi terbesar terjadi pada campuran dengan komposisi pasir silika 25% dengan total deformasi sebesar 4,26 mm.



Gambar 6. Grafik Deformasi Campuran AC-WC dengan KAO Interval 4,8%

Berdasarkan gambar 6, ditunjukkan deformasi pada setiap variasi campuran menunjukkan deformasi semakin meningkat secara berturut-turut seiring bertambahnya kadar pasir silika dalam campuran dengan KAO 4,8%. Deformasi

terkecil terjadi pada campuran dengan komposisi pasir silika 15% dengan total deformasi sebesar 2,95 mm dan deformasi terbesar terjadi pada campuran dengan komposisi pasir silika 25% dengan total deformasi sebesar 4,49 mm.

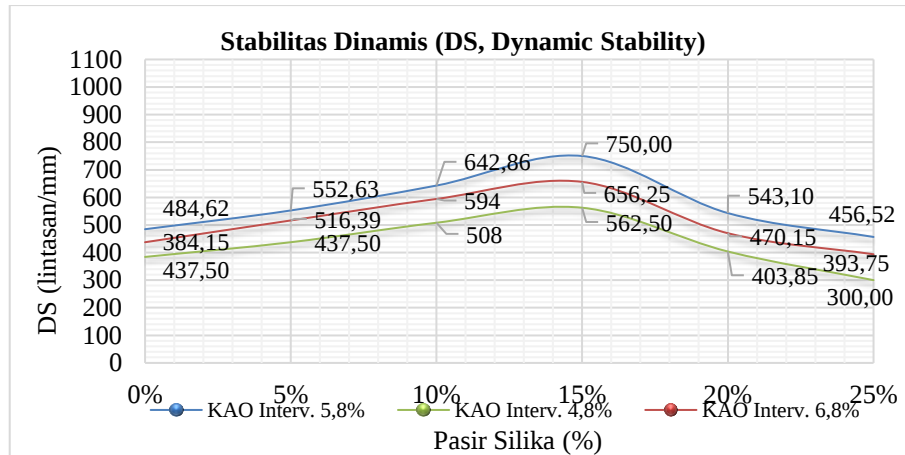


Gambar 7. Grafik Deformasi Campuran AC-WC dengan KAO Interval 6,8%

Berdasarkan gambar 6, ditunjukkan deformasi pada setiap variasi campuran menunjukkan deformasi semakin meningkat secara berturut-turut seiring bertambahnya kadar pasir silika dalam campuran dengan KAO 4,8%. Deformasi Secara khusus, campuran dengan kadar pasir silika sebesar 15% pada KAO 5,8%

terkecil terjadi pada campuran dengan komposisi pasir silika 15% dengan total deformasi sebesar 2,95 mm dan deformasi terbesar terjadi pada campuran dengan komposisi pasir silika 25% dengan total deformasi sebesar 4,49 mm. menunjukkan total deformasi yang paling kecil yang berarti deformasi yang

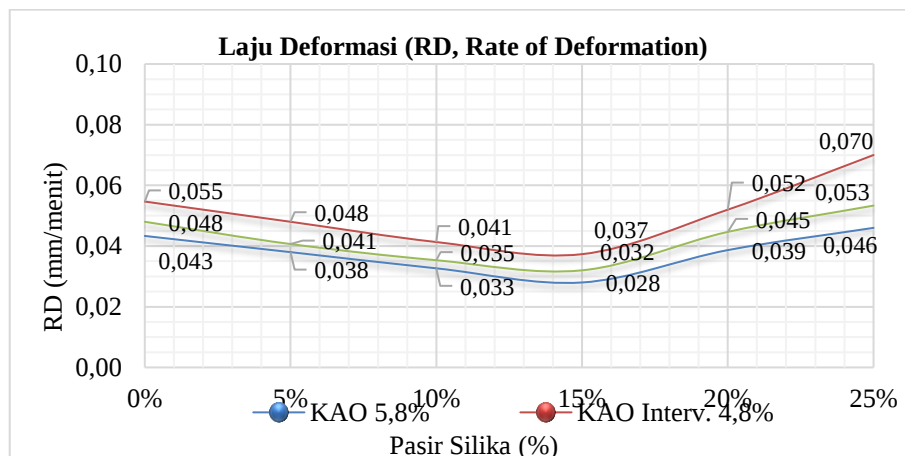
terjadi tidak lebih besar sehingga campuran tersebut memiliki ketahanan deformasi yang baik.



Gambar 8. Stabilitas Dinamis Campuran AC-WC dengan Variasi Kadar Pasir Silika

Berdasarkan gambar 8, ditunjukkan hubungan stabilitas dinamis terhadap variasi kadar pasir silika pada variasi kadar aspal optimum. Pada campuran dengan KAO 5,8%, 4,8%, dan 6,8% didapatkan stabilitas dinamis tertinggi untuk masing-masing campuran adalah pada variasi kadar pasir silika 15% sebesar 750 lintasan/mm, 562,50 lintasan/mm, dan 656,25 lintasan/mm. Stabilitas dinamis terendah ditunjukkan pada campuran dengan kadar pasir silika

sebesar 25%. Secara khusus, campuran dengan nilai stabilitas dinamis tertinggi adalah pada campuran KAO 5,8% dengan 750 lintasan/mm. Dapat disimpulkan bahwa campuran tersebut memiliki ketahanan deformasi yang baik dibanding campuran variasi kadar aspal optimum lainnya. Kemudian, stabilitas dinamis campuran menurun seiring bertambahnya kadar pasir silika diatas 15%.



Gambar 8. Laju Deformasi Campuran AC-WC dengan Variasi Kadar Pasir Silika

Berdasarkan gambar 8, dapat dilihat bahwa hubungan laju deformasi terhadap variasi kadar pasir silika pada setiap variasi kadar aspal. Laju deformasi menunjukkan besar deformasi yang

terjadi pada campuran aspal tiap waktu. Pada campuran dengan KAO 5,8%, KAO interval 4,8%, dan KAO interval 6,8% didapatkan laju deformasi terendah untuk masing-masing campuran adalah pada

variasi kadar pasir silika 15% sebesar 0,028 mm/menit, 0,037 mm/menit, dan 0,032 mm/menit. Laju deformasi semakin besar akibat penambahan pasir silika pada masing-masing variasi campuran. Semakin menurun laju deformasi menandakan campuran memiliki stabilitas yang baik sehingga memiliki ketahanan campuran yang baik terhadap potensi deformasi. Oleh karena itu, pada kadar pasir silika 15% menunjukkan laju deformasi yang paling rendah dan stabilitas dinamis yang tinggi sehingga campuran pada kadar tersebut memiliki ketahanan deformasi yang baik.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pengaruh pasir silika terhadap nilai *poisson ration* (μ) pada campuran AC-WC ditunjukkan kecenderungan nilai *poisson* meningkat pada campuran dengan kadar tertentu, yaitu pada campuran KAO 5,8% dengan kadar pasir silika sebesar 15% dimana nilai *poisson ratio* sebesar 0,721 dan kuat tarik sebesar 83352,46 Kpa.
- 2) Pengaruh pasir silika terhadap ketahanan deformasi campuran AC-WC ditunjukkan pada campuran dengan kadar pasir silika 15% pada campuran KAO 5,8% dengan stabilitas dinamis (DS) sebesar 750 lintasan/mm dan laju deformasi (RD) sebesar 0,028 mm/menit.

4.2 Saran

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat lebih dikembangkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan pasir silika sehingga mampu meningkatkan kinerja campuran,
- 2) Diharapkan penggunaan pasir silika lokal digunakan dalam penelitian yang selanjutnya

Daftar Pustaka

Adithya, A. P. (2016). Evaluasi

Karakteristik Modulus Resilien dan Deformasi Permanen Campuran Beton Beraspal (AC-Binder Course) Menggunakan Campuran Agregat Berabrasi Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 23(3), 223–232.

Bastari, R., Basri, L., & Abd, S. (2019). *Durability Performance of Asphalt Concrete Wearing Course Using Marble Waste as Filler*. 13, 1571–1588.

Davis, H. E. (n.d.). *McGRAW-Hill, CIVIL ENGINEERING SERIES*.

Journal, T. H. E. B., & Road, O. F. (2013). *PERFORMANCE OF ASPHALT CONCRETE WITH DOLOMITE SAND WASTE AND BOF STEEL SLAG AGGREGATE*. 8(2), 91–97.

Of, H., Sri, O., Study, S., Engineering, C., Surakarta, U. M., Pabelan, Y., Tromol, K., & Code, S. P. (2010). *Laboratory Stiffness Characterization of Foamed Cold-Mix Asphalt Using Indirect Tensile Stiffness Modulus Test Karakterisasi Stiffness Campuran Dingin Foamed Asphalt*. 10(1), 1–8.

Ramadhan, G. B., Teknik, F., Gadjah, U., Suparma, L. B., Teknik, F., & Gadjah, U. (2018). *Laston Ac-Wc Sebagai Pengganti*. 4(2), 91–104.

Said, L. B., & Alifuddin, A. (2020). *Konsep Design Mix Formula (DMF) Lapis Tipis Beton Aspal (LTBA) Mengacu Spesifikasi Umum 2018 Bina Marga Terhadap Sifat – Sifat (ITS) dan Deformasi Bagaimana karakteristik campuran beraspal*. 5(2), 141–152.

Sudikno, A., Juwono, P. T., & Said, L. B. (2018). *The Effect of Compaction Model and Temperature on Superpave Mixture Using Fiber Reinforcement*. 14(1), 32–39. <https://doi.org/10.22587/jasr.2018.14.1.5>

Volume, E., Mei, N., & Junaedi, D. R. (2020). *Jurnal Student Teknik Sipil AGREGAT HALUS UNTUK PERKERASAN LASTON AC-BC THE EFFECT OF USE OF*

- QUARSA SAND AS A FINE AGGREGATE REPLACEMENT FOR THE PASTING OF LASTON AC-BC. 2(2), 109–117.
- Wiyono, A., & Setiawan, A. (2015). Pengaruh Temperatur Terhadap Modulus Elastisitas Dan Angka Poisson Beton Aspal Lapis Aus Dengan Bahan Pengisi Kapur. *Jurnal Transportasi*, 15(3), 209–218.
- Wood, A., Wiyono, W., Setiawan, A., & Nur, D. (n.d.). *Rekayasa dan Manajemen Transportasi Journal of Transportation Management and Engineering* PENGARUH SUHU TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN ANGKA POISSON BETON ASPAL LAPIS AUS (AC-WC) DENGAN KAPUR SEBAGAI FILLER.
- Yofianti, D. (2019). Deformasi Permanen dan Modulus Resilien Campuran AC-BC Modified Menggunakan Aspal Multigrade. *BENTANG: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 7(2), 60–68.