

## KARAKTERISTIK CAMPURAN HRS-WC DENGAN MENGGUNAKAN PASIR KUARSA SEBAGAI AGREGAT HALUS

I Nyoman Karnata Mataram, I Nyoman Arya Thanaya, dan I Made Aryawibawa Adiputra  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana  
E-mail: nym.karnata@unud.ac.id

**Abstrak:** Di Provinsi Kalimantan Tengah terdapat beberapa sumber agregat yang digunakan untuk membuat campuran perkerasan jalan. Pasir kuarsa adalah salah satu agregat halus yang jumlahnya cukup banyak ditemui, namun pasir kuarsa belum banyak digunakan pada campuran perkerasan. Pasir kuarsa adalah mineral yang terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan karakteristik campuran perkerasan HRS-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus, menganalisis nilai *Cantabro* dan Indirect Tensile Strength. Agregat diproporsikan sesuai gradasi ideal, kemudian material dicampur dengan aspal dalam keadaan panas (*hot mix*) dan dipadatkan dengan 2x50 tumbukan Marshall. Selanjutnya dilakukan uji Marshall, uji *Cantabro test*, dan Uji *Indirect Tensile Strength (ITS)*. Hasil analisis menunjukkan berat jenis Bulk, SSD, Apparent, dan Penyerapan pasir kursor, secara berturut-turut yaitu 2,40; 2,44; 2,51; dan 1,71%. Sedangkan dari pengujian angularitas, sand equivalent, dan kadar lempung diperoleh hasil masing-masing 44,5%; 98,3% dan 0,88%. Hasil uji Marshall campuran perkerasan HRS-WC pada kadar aspal optimum 7.5%, memberi stabilitas 1160,34 kg; *flow* 3,302 mm; Marshall Quotient 352,034 kg/mm; VIM 5,456%; VMA 23,733%; VFA77,027%. Hasil tersebut sudah memenuhi spesifikasi sifat Marshall Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2018. Hasil uji *Cantabro* 0,488% (<16%); dan nilai ITS 650,12kPa.

**Kata kunci:** pasir kuarsa, aspal, karakteristik campuran

### CHARACTERISTICS OF HRS-WC MIXTURE USING QUARSA SAND AS FINE AGGREGATE

**Abstract:** In Central Kalimantan Province there are several aggregate sources that are used to make road pavement mixtures. Quartz sand is one of the fine aggregates with large amount found, but quartz sand has not been used widely as pavement mixtures. Quartz sand is a mineral that consists of silica crystals ( $\text{SiO}_2$ ) and contains impurities that are carried during the deposition process. The study aimed to determine the characteristics HRS-WC pavement mixture with quartz sand as fine aggregate. The coarse aggregates used was crushed stone while the fine aggregates and fillers used was quartz sand. The aggregates were proportioned based on ideal gradation, then the materials were hot-mixed and compacted with 2x50 Marshall blows. After that, Marshall test, Cantabro tests, and Indirect Tensile Strength Tests (ITS) were carried out. The Bulk density, SSD, Apparent, and Absorption of quartz sand were obtained respectively at 2.40%; 2.44%; 2.51%; and 1.71%. Meanwhile testing for angularity, sand equivalent, and clay content results were 44.5%; 98.3% and 0.88%. The Marshall test results of of HRS-WC mixture at 7.5 optimum asphalt content gave stability 1160.34 kg; flow 3.302 mm; Marshall quotient 352.034 kg/mm; VIM 5.456%; VMA 23.733%; VFA77.027%. Those results met the specifications of the Directorate General of Highways, General Specifications 2018. The Cantabro test result was 0.488% (<16%); and ITS 650.12kPa.

**Keywords:** quartz sand, asphalt, mixed characteristics

## PENDAHULUAN

Salah satu prasarana transportasi darat yang memiliki peran penting dalam sektor perhubungan sebagai penunjang kesinambungan distribusi barang dan jasa adalah jalan raya, sehingga jalan harus dibuat sedemikian rupa agar tetap kuat menahan beban dari kendaraan yang melintasinya. Upaya untuk membuat jalan raya yang kuat membutuhkan bahan yang berkualitas namun tetap mementingkan dari segi ekonomisnya. Sumber agregat yang digunakan untuk membuat campuran perkerasan jalan dapat ditemukan di Provinsi Kalimantan Tengah. Pasir kuarsa adalah salah satu agregat halus yang jumlahnya cukup banyak ditemui di Kalimantan Tengah, namun pasir kuarsa belum digunakan pada campuran perkerasan karena belum adanya penelitian yang memberikan spesifikasi tentang pasir tersebut. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk menguji karakteristik campuran perkerasan HRS-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus.

Pasir kuarsa digunakan karena jumlahnya yang masih melimpah yang banyak didapat dari daerah Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi Selatan, Maluku Utara, dan Papua (Leonardy, 2018). Pasir kuarsa yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir yang didapat dari kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Harga dari pasir kuarsa di daerah tersebut berkisar Rp 400.000 sampai dengan Rp 500.000 per truk.

Dalam penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) pengaruh penggunaan pasir kuarsa pada laston AC-WC sebagai pengganti agregat halus didapat hasil semakin banyak kadar pasir kuarsa dalam campuran, maka dibandingkan dengan tanpa memakai pasir kuarsa diperoleh: nilai lebih tinggi pada kepadatan, stabilitas; Marshall Quotient (MQ), VIM, dan VMA. Sementara itu diperoleh nilai lebih rendah pada: *flow*, dan VFB. Penelitian sejenis dilakukan juga oleh Iriansyah (2010) dengan hasil yang memuaskan.

Menurut Antonius (2012), Efektifitas pasir kuarsa sebagai agregat halus pada sifat mekanik beton mendapatkan hasil eksperimen diantaranya menunjukkan bahwa sifat kelecakan beton menggunakan pasir Kuarsa cukup baik dan tidak berbeda jauh sifatnya dengan beton menggunakan pasir Muntilan. Kuat tekan beton menggunakan pasir Kuarsa juga dapat dihasilkan, dimana dapat dicapai kuat

tekan karakteristik beton sekitar K-200 hingga K-300.

Menurut Asmuni (2011) karakterisasi pasir kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) dengan metode XRD Setelah diidentifikasi komponen utama adalah pasir kuarsa nomor kartu JCPDS 5-0490 dan Subkomponen tambahan nomor kartu 10-393 yaitu bahan Sodium Aluminum Silicate (Na. Al  $\text{SiO}_3\text{O}_8$ )

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik pada campuran perkerasan HRS-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus. Pengujian ini dilakukan dengan metode pengujian di laboratorium yang akan menghasilkan nilai uji *Marshall*, *Cantabro test*, dan *Indirect Tensile Strength Test (ITS)*.

## MATERI DAN METODE

### HRS (Hot Rolled Sheet)

HRS atau yang disebut juga Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) merupakan salah satu lapis perkerasan jalan yang terdiri dari bahan campuran aspal keras dan agregat yang dicampur, dihamparkan, kemudian dipadatkan pada ketebalan dan suhu tertentu. Ada 2 (dua) jenis campuran HRS yaitu HRS-Pondasi (HRS-Base) dan HRS-Lapis Aus (HRS-Wearing Course). Perbedaan kedua jenis campuran tersebut terdapat pada gradasi agregat yang digunakan. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan butiran pengisi (*filler*), sedangkan aspal yang digunakan biasanya jenis aspal keras pen 60/70. Ukuran maksimum agregat dari masing-masing campuran adalah 19 mm dan tebal perkerasan maksimum untuk campuran HRS-WC adalah 3 cm.

### Pasir Kuarsa

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa merupakan batuan beku asam seperti batu granit, gneiss atau batu beku lainnya yang mengalami pelapukan dan memiliki kandungan mineral utama kuarsa. Hasil pelapukan ini kemudian mengalami proses sedimentasi, terbawa air atau angin kemudian diendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau pantai (Leonardy, 2018).

**Material**

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat kasar berupa batu pecah dari daerah Desa Butus Karagasem-Bali, yang diolah pada AMP Permata Indah Lestari, Kabupaten Gianyar-Bali. Sebagai agregat halus digunakan pasir kuarsa dari Kalimantan Tengah. Untuk filler digunakan semen portland, dan aspal yang dipergunakan aspal pen 60/70.

**Langkah-langkah Penelitian**

Penelitian diawali dengan pengujian material yang dipergunakan dan dicek sesuai spesifikasi. Selanjutnya agregat diproporsikan sesuai gradasi tengah spesifikasi HRS-WC (Kementerian PUPR, 2018). Material agregat dan aspal dipanaskan secara terpisah pada temperatur antara 160-165°C, dimana aspal dipanaskan sampai cair.

**Perhitungan Kadar Aspal Awal**

Setelah proporsi masing-masing agregat diketahui, maka dilakukan perhitungan kadar aspal awal yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan variasi kadar aspal. Adapun hasil perhitungan sesuai dengan persamaan berikut :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + \text{konstanta} \quad (1)$$

dimana CA=agregat kasar, FE=agregat halus dan FF=fraksi filler. Konstanta antara 2,0 – 3,0 untuk Lataston, digunakan 2,0 maka :  
 $Pb = 0,035 (30) + 0,045 (61) + 0,18 (9) + 2,0 = 7,415 \% \approx 7,5 \%$

Berdasarkan hasil perhitungan maka kadar aspal divariasi sebagai berikut : 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, 8,5%. Dari analisis hasil uji Marshall didapat Kadar Aspal Optimum (KAO). Kadar aspal optimum ini yang dipakai untuk membuat sampel untuk uji *Cantabro* dan uji ITS (*Indirect Tensile Strength*). Kemudian didapatkan data yang dapat dianalisis dan kemudian ditarik kesimpulan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pemeriksaan Agregat Kasar**

Agregat Kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah. Berdasarkan hasil pemeriksaan agregat di Laboratorium Jalan Raya dimana??dapat dilihat hasil pada Tabel 1.

**Pemeriksaan Agregat Halus**

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah Pasir Kuarsa. Berdasarkan hasil pemeriksaan Agregat di laboratorium jalan raya dapat dilihat hasil pada Tabel 2.

Sesuai spesifikasi berat jenis agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat tidak boleh berbeda lebih dari 0,2.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil			Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	
Berat Jenis	2,39	2,45	2,54	-
Penyerapan		2,45%		Maks 3%
Angularitas		99,3%		≥ 95%
Kadar Lumpur		0,56%		≤ 1%
<i>Soundness Test</i>		2,96%		≤ 12%
Keausan Agregat		36,56%		Maks 40%
Kelekatan Agregat terhadap. Aspal		100%		Min 95%

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil			Spesifikasi
	Bulk	SSD	Apparent	
Berat Jenis	2,40	2,44	2,51	-
Penyerapan		1,71%		Maks 3%
Angularitas		46,5%		Min 45%
Kadar Lumpur		0,88%		≤ 1%
<i>Sand Equivalent</i>		98,3%		≥ 50%

**Pemeriksaan Filler**

Pemeriksaan terhadap berat jenis filler dilakukan sebanyak dua kali. Berdasarkan hasil pemeriksaan, diperoleh nilai berat jenis filler adalah sebesar 2,47. Pada penelitian ini filler yang di dapatkan sangat sedikit maka di butuhkan alat penumbuk untuk menumbuk pasir kuarsa agar menjadi lebih halus.

**Pemeriksaan Aspal**

Aspal yang digunakan adalah aspal pen 60/70. Berdasarkan hasil pemeriksaan Agregat3dilaboratorium jalan raya dapat dilihat hasil pada Tabel 3.

**Pencampuran Agregat**

Setelah pengujian terhadap material, dilanjutkan dengan pencampuran antar agregat. Dalam hal ini metode memproporsikan agregat yang dipakai adalah tanpa blending, yaitu berdasarkan gradasi ideal

(batas tengah) dari spesifikasi gradasi yang memenuhi spesifikasi laston (HRS-WC).

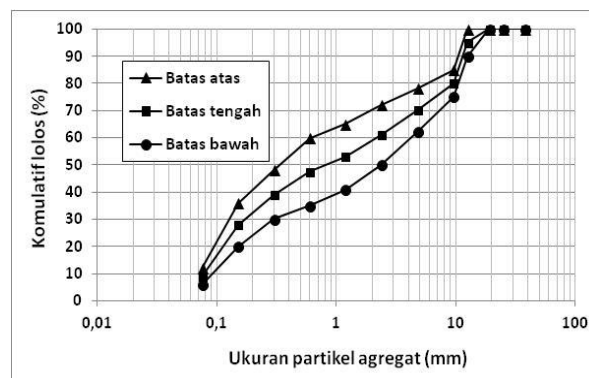
Maka grafik gradasi campuran yang digunakan seperti pada Gambar 1. Adapun hasil proporsi yang diperoleh untuk masing-masing agregat adalah agregat kasar: 30%, agregat halus: 61% , filler : 9%

**Karakteristik Campuran Lataston-Lapis Aus (HRS – WC)**

Hasil pengujian Marshall menunjukkan data berupa nilai stabilitas dan *flow*. Untuk mendapatkan nilai stabilitas sesungguhnya, maka pembacaan nilai stabilitas harus dikalibrasi dan dikoreksi terhadap benda uji. Nilai VIM, VMA, Marshall Quotient serta karakteristik campuran lainnya didapat dari hasil perhitungan. Ringkasan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Aspal Pen 60/70

Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Penetrasi	63,39	60 – 70
Titik Nyala	344°C	≥ 232°C
Titik Lembek	52,5°C	48°C
Berat Jenis	1,059	Min. 1,0
Daktilitas	125 cm	Min. 100 cm
Kehilangan Berat Aspal	0,485 %	Maks. 0,8 %



Gambar 1. Grafik gradasi campuran

Tabel 4. Nilai karakteristik campuran HRS-WC pada variasi kadar aspal

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal					Persyaratan Campuran
	6,5	7	7,5	8	8,5	
Stabilitas (kg)	1002.36	1029.59	1160.34	1094.93	990.39	Min. 600
Flow (mm)	2.540	2.709	3.302	3.725	4.064	-
Marshall Quotient (kg/mm)	395.583	389.192	352.034	295.284	243.995	Min 250
VIM Marshall (%)	7.885	6.758	5.456	4.700	3.945	4.0 - 6.0
VMA (%)	23.378	23.624	23.733	24.284	24.832	Min. 18
VFB (%)	66.325	71.416	77.027	80.684	84.113	Min. 68

### Hubungan Karakteristik Marshall Dengan Kadar Aspal

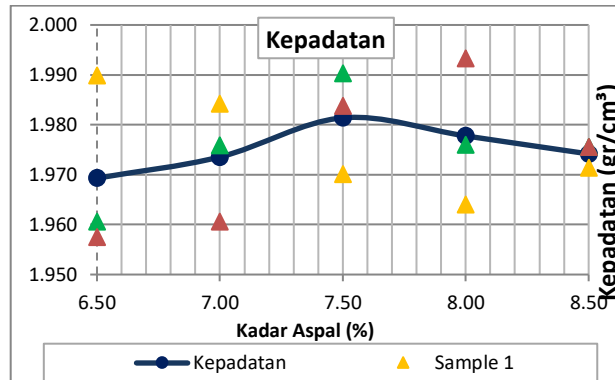
Setelah karakteristik campuran didapat melalui test Marshall dan perhitungan, maka selanjutnya dibuat grafik hubungan antara kadar aspal dengan karakteristik yang didapat tersebut diantaranya stabilitas, *flow* (kelelahan), VMA, VIM, VFB, dan Marshall Quotient.

### Kepadatan

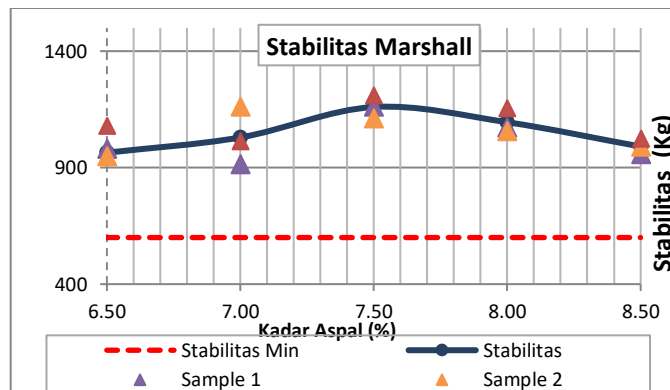
Pada campuran Lataston HRS–WC, nilai kepadatan pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 1,969 g/cm<sup>3</sup>; 1,974 g/cm<sup>3</sup>; 1,981 g/cm<sup>3</sup>; 1,978 g/cm<sup>3</sup>; 1,974 g/cm<sup>3</sup>. Nilai kepadatan meningkat sampai pada kadar aspal 7,5%. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai kepadatan pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut turut adalah 2,220 g/cm<sup>3</sup>; 2,274 g/cm<sup>3</sup>; 2,314 g/cm<sup>3</sup>; 2,330 g/cm<sup>3</sup>; 2,343 g/cm<sup>3</sup>.

### Stabilitas

Stabilitas adalah ketahanan melawan deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas terjadi karena geseran antar butir, penguncian antar partikel agregat, dan daya ikat dari lapisan aspal. Untuk campuran Lataston HRS–WC, nilai stabilitas menurut Bina Marga minimal 600 kg. Nilai stabilitas campuran Lataston HRS–WC pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 964,23 kg; 1029,60 kg; 1160.34 kg; 1094,93 kg; 990.39 kg. Nilai stabilitas meningkat dari kadar aspal 6,5%; 7%; sampai 7,5%. Kemudian menurun dari kadar aspal 8% sampai 8,5%. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai stabilitas pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut-turut adalah 1344 kg; 1440 kg; 1601kg; 1562kg; 1499kg.



Gambar 2. Hubungan kadar aspal dengan kepadatan



Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas rata-rata

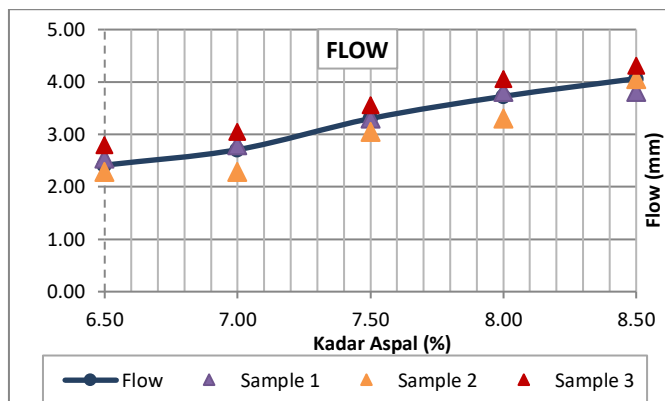
**Flow**

Flow (kelelahan plastis) menunjukkan tingkat kelenturan dari suatu campuran. Nilai Flow untuk campuran Lataston pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 2,41 mm; 2,709 mm; 3,302 mm; 3,725 mm; 4,064 mm. Sehingga nilai flow memenuhi syarat spesifikasi. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai flow pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut turut adalah 3,5 mm; 3,6 mm; 3,7 mm; 3,7 mm; 3,8 mm.

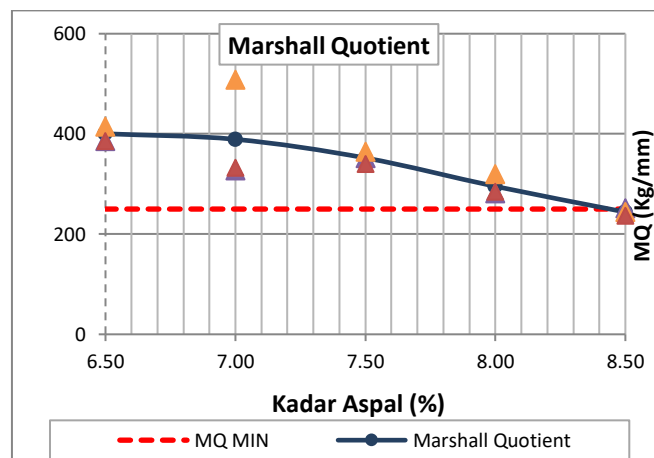
**Marshall Quotient**

Marshall Quotient (MQ) merupakan perbandingan nilai stabilitas campuran dengan

flow yang menunjukkan sifat lentur campuran. Untuk campuran Lataston HRS-WC mempunyai spesifikasi menurut Bina Marga minimal 250 kg/mm. Nilai MQ untuk campuran Lataston HRS-WC pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 400,35 kg/mm; 389,192 kg/mm; 352,034 kg/mm; 295,284 kg/mm; 243,995 kg/mm. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai Marshall Quotient pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut turut adalah 384 kg/mm; 404 kg/mm; 437 kg/mm; 423 kg/mm; 398 kg/mm.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan flow



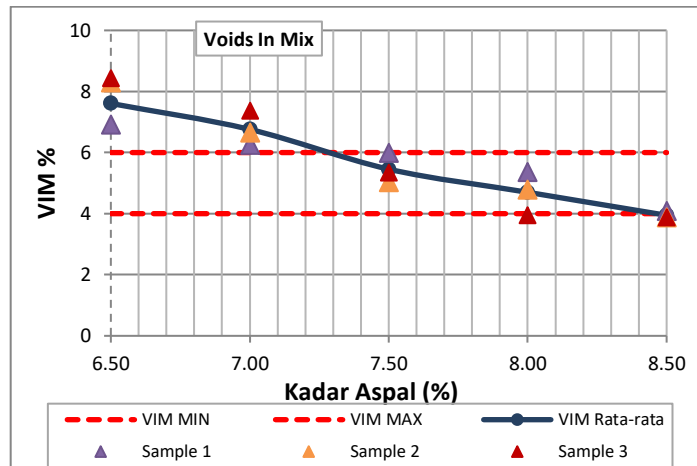
Gambar 5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan MQ rata-rata

**Rongga Udara Dalam Campuran (Void in Mixture-VIM)**

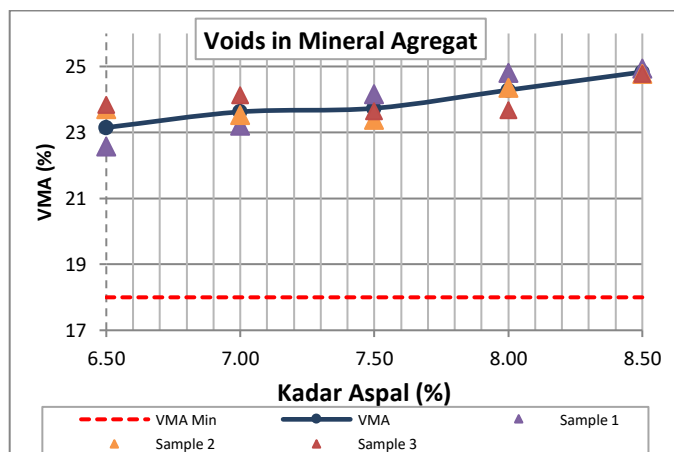
VIM merupakan pori yang tersisa setelah campuran dipadatkan. Nilai VIM Marshall standar untuk campuran Lataston HRS-WC pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 7,61%; 6,758%; 5,456%; 4,7%; 3,945%. Syarat spesifikasi VIM Marshall untuk campuran Lataston HRS-WC menurut Bina Marga memiliki standar minimum 4,0% dan maksimum 6,0%. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai VIM pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut turut adalah 8,8%; 6,0%; 3,7%; 2,4%; 1,3%.

**Rongga Antar Butiran Agregat (Void in Mineral Aggregate-VMA)**

VMA merupakan rongga antar butiran agregat yang akan mempengaruhi stabilitas dalam campuran. Pada spesifikasi Bina Marga syarat nilai VMA untuk campuran Lataston HRS-WC adalah minimum 18%. Didapat nilai VMA untuk campuran Lataston pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 23,15%; 23,733%; 23,624%; 24,284%; 24,832%. Sehingga nilai VMA memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai VMA pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut turut adalah 19,5%; 18,0%; 16,9%; 16,8%; 16,8%.



Gambar 6. Grafik nilai VIM Marshall



Gambar 7. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VMA rata-rata

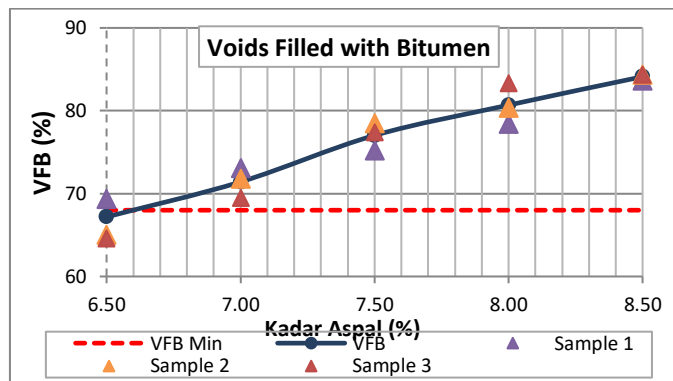
**Rongga Terisi Aspal (Void Filled with Bitumen-VFB)**

VFB adalah bagian dari VMA (rongga yang berada diantara agregat) yang terisi oleh kandungan aspal efektif. Nilai VFB berpengaruh terhadap kekedapan (impermeabilitas) dan keawetan (durabilitas) campuran. Nilai VFB untuk campuran Lataston HRS-WC pada kadar aspal 6,5%; 7%; 7,5%; 8%; 8,5% berturut-turut adalah 67,19%; 71,416%; 77,027%; 80,684%; 84,113%. Syarat spesifikasi VFB untuk campuran Lataston HRS-WC menurut Bina Marga adalah minimal 68%. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dan Suparma (2018) nilai VMA pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% pada campuran AC-WC dengan menggunakan pasir kuarsa sebagai agregat halus secara berturut turut adalah 54,9%; 66,5%; 78,0%; 85,5%; 92,6%.

**Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)**

Gambar 9 menampilkan perbandingan Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam *barchart*, yaitu KAO berdasarkan cara Bina Marga

diperoleh 7,9%, sedangkan pada penelitian ini KAO yang digunakan adalah 7,5% yang bertujuan untuk menghemat penggunaan aspal. Secara teori nilai kadar aspal optimum ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi persyaratan nilai Stabilitas, *Flow*, Marshall Quotient, VMA, VFB dan VIM PRD. Campuran yang diteliti pada prinsipnya menggunakan agregat alam seperti halnya campuran HRS-WC dengan material di daerah lain. Azizah dan Rahardjo (2017) yang meneliti campuran HRS-WC dengan filler abu ampas tebu, memperoleh KAO 7,25%. Variasi nilai KAO dipengaruhi oleh tingkat penyerapan material yang dipergunakan dan gradasi campuran. Dibandingkan dengan Campuran AC-WC yang gradasinya lebih kasar dengan luas permukaan agregat yang lebih kecil, umumnya memberikan KAO yang umumnya lebih kecil seperti yang diteliti oleh Razak dan Erdiansa (2016) yang memperoleh KAO 6,31%.



Gambar 8. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VFB rata-rata

No	Sifat Campuran yang Disyaratkan	Kadar Aspal (%)				
		6,5	7	7,5	8	8,5
1	Stabilitas	█	█	█	█	█
2	Flow	█	█	█	█	█
3	Marshall Quotient	█	█	█	█	█
4	VIM	█	█	█	█	█
5	VMA	█	█	█	█	█
6	VFB	█	█	█	█	█

Kadar aspal optimum 7,5%

Gambar 9. Barchart penentuan kadar aspal optimum campuran HRS-WC



**Karakteristik Campuran HRS-WC pada KAO 7,5%**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dikaji, dibuat ringkasan pembahasan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Berdasarkan tabel diatas nilai hasil dapat dibandingkan dengan penelitian yang menggunakan pasir kuarsa lainnya dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

**Nilai Stabilitas Marshall Sisa Untuk Campuran HRS-WC Pada Kadar Aspal Optimum 7,5%**

Hasil penelitian menunjukkan nilai stabilitas Marshall dengan rendaman 24 jam (60°C) adalah sebesar 1143,998 kg. Stabilitas Marshall sisa adalah persentase perbandingan antara stabilitas rendaman selama 24 jam (60°C) dengan stabilitas rendaman selama 30-40 menit (60°C). Perhitungan dapat menggunakan Persamaan (1) dan didapatkan hasil 98,591% ≥ 90% dan memenuhi spesifikasi (Departemen Pekerjaan Umum, 2018).

**Nilai Cantabro Test Untuk Campuran Hrs-Wc Pada Kadar Aspal Optimum 7,5%**

Hasil penelitian menunjukkan nilai uji Cantabro dengan mesin Los Angeles dilakukan dengan 300 putaran dengan kecepatan 30-33 rpm adalah sebesar 0,676% yang dapat dihitung dengan Persamaan (2). Pengujian Cantabro bertujuan untuk menentukan nilai pelepasan butir agregat akibat pengaruh gesekan. Nilai Cantabro dihitung dengan membandingkan berat benda uji semula dengan berat sisa setelah diadakan pengujian. Nilai CAL yang diperoleh menurut spesifikasi adalah maks 16 % dalam temperature ruang ± 30° C (Hamzah et al, 2004).

Berdasarkan perbandingan hasil uji Cantabro dengan perbedaan jenis material dapat disimpulkan campuran aspal panas dengan pasir kuarsa memiliki nilai terendah yang dapat diartikan bahwa campuran perkerasan dengan pasir kuarsa kuat terhadap gaya gesekan.

Tabel 5. Karakteristik Campuran HRS-WC Pada KAO 7,5%

No	Karakteristik Campuran	Nilai Hasil	Spesifikasi Bina Marga
1	Stabilitas (ketahanan)	1160,34 kg	Minimum 600 kg
2	Flow	3,302 mm	-
3	Marshall Quotient	352,034 kg/mm	Minimum 250 kg/mm
4	VIM	5,456%	4,0 – 6,0%
6	VMA	23,733%	Minimum 18%
7	VFB	77,027%	Minimum 68%

Tabel 6. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

No	Karakteristik Campuran	Adiputra (2019)	Ramadhan dan Suparma (2018)
1	Stabilitas (ketahanan)	1160,34 kg	1601 kg
2	Flow	3,302 mm	3,7 mm
3	Marshall Quotient	352,034 kg/mm	404 kg/mm
4	VIM	5,46%	3,70%
6	VMA	23,73%	16,90%
7	VFB	77,03%	78,00%

Tabel 6. Perbandingan pengujian Cantabro dengan penelitian sebelumnya

Penelitian	Jenis Campuran	Cantabro
Utari (2019)	Campuran aspal panas dengan abu batu	1,39%
Yasa (2019)	AC-WC dengan peremaja oli bekas	0,52%
Adiputra (2019)	Campuran aspal panas dengan pasir kuarsa	0,488%

Tabel 7. Perbandingan pengujian ITS dengan penelitian sebelumnya

Penelitian	Jenis Campuran	ITS
Utari (2019)	Campuran aspal panas dengan abu batu	1018,25 kPa
Yasa (2019)	AC-WC dengan peremaja oli bekas	615,24 kPa
Adiputra (2019)	Campuran aspal panas dengan pasir kuarsa	650,12 kPa

### Nilai Indirect Tensile Strength (ITS) Untuk Campuran HRS-WC Pada Kadar Aspal Optimum 7,5%

Hasil penelitian menunjukkan nilai uji Indirect Tensile Strength (ITS) dengan Peralatan uji yang dipakai adalah satu set alat uji ITS (Indirect Tensile Strength) yang dimodifikasi dari alat Marshall adalah 650,12 Kgf/m<sup>2</sup> yang perhitungannya dapat dihitung dengan persamaan (3). Pengujian ITS telah berhasil digunakan untuk mengetahui kegagalan tarik, tekan, dan retak pada campuran aspal.

Berdasarkan perbandingan hasil uji ITS dengan perbedaan jenis material dapat disimpulkan campuran aspal panas dengan pasir kuarsa memiliki nilai lebih tinggi dari campuran AC-WC dengan peremaja oli bekas namun tidak lebih besar dari campuran aspal panas dengan abu batu.

### SIMPULAN

Simpulan sesuai dengan hasil penelitian yakni sebagai berikut:

1. Karakteristik Pasir Kuarsa yang digunakan sebagai agregat halus diperoleh berat jenis Bulk, SSD, Apparent, dan Penyerapan secara berturut-turut yaitu 2,40%; 2,44%; 2,51%; 1,71%. Sedangkan pengujian angularitas, sand equivalent, dan kadar lempung diperoleh hasil 44,5%; 98,3% dan 0,88% dimana hasil tersebut sudah memenuhi spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2018.
2. Karakteristik campuran perkerasan HRS-WC dengan pasir kuarsa sebagai agregat halus pada kadar aspal optimum mendapatkan nilai stabilitas Marshall 1160,34 kg; flow 3,302 mm; Marshall quotient 352,034 kg/mm; VIM 5,456%; VMA 23,733%; VFA77,027%; Cantabro 0,488%; ITS 650,12kPa.; dimana hasil tersebut sudah memenuhi spesifikasi Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum 2018.

### SARAN

Pada penelitian ini hanya menggunakan agregat halus dari pasir kuarsa. Untuk penelitian selanjutnya disarankan seluruh agregat menggunakan pasir dan agregat kasar dari jenis kuarsa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Antonius. 2012. *Efektifitas Pasir Kuarsa Sebagai Agregat Halus Pada Sifat Mekanik Beton*. Laporan Tugas Akhir. Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Asmuni. 2010. *Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO<sub>2</sub>) dengan Metode XRD*. Laporan Tugas Akhir. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Azizah, N., Rahardjo, B. 2017. *Kinerja Campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) Dengan Filler Abu Ampas Tebu*. Jurnal Bangunan, Vol. 22, No.2, Oktober 2017: 11-2, <https://Media.Neliti.Com/Media/Publications/217437-None.Pdf>, diakses 3-8-2020.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta. Dierjen Bina Marga
- Hamzah, M.O., Hasan, M. R. M., Che Wan, C.N. (2004). *A Comparative Study on Performance of Malaysian Porous Asphalt Mixes Incorporating Conventional and Modified Binders*. Journal Of Applied Sciences. [https://www.researchgate.net/publication/49591431\\_A\\_Comparative\\_Study\\_on\\_Performance\\_of\\_Malaysian\\_Porous\\_Aspalt\\_Mixes\\_Incorporating\\_Conventional\\_and\\_Modified\\_Binders](https://www.researchgate.net/publication/49591431_A_Comparative_Study_on_Performance_of_Malaysian_Porous_Aspalt_Mixes_Incorporating_Conventional_and_Modified_Binders), diakses 5-7-2020.
- Iriansyah. 2010. *Kajian Aplikasi Pasir Kuarsa sebagai Campuran Lapis Fondasi Pasir (AC-BC) Aspal Emulsi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Leonardy, O. 2018. *Ganesa Pasir Kuarsa/Silika Bahan Galian Industri*.

- [https://www.academia.edu/11661208/PASIR\\_KUARSA\\_SILIKA\\_BAHAN\\_GALIAN\\_INDUSTRI](https://www.academia.edu/11661208/PASIR_KUARSA_SILIKA_BAHAN_GALIAN_INDUSTRI), diakses 8-9-2019.
- Ramadhan, G.B. dan Suparma, L.B. 2018. *Pengaruh Penggunaan Pasir Kuarsa Pada Laston AC-WC Sebagai Pengganti Agregat Halus*.  
<http://journal.unpar.ac.id/index.php/HPJI/article/download/3021/2551>, diakses 9-10-2019.
- Razak, B.A. dan Erdiansa, A. 2016. *Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene(LDPE)*. Journal INTEK, April 2016, Volume 3 (1): 8-148, Politeknik Negeri Ujung Pandang, <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/Intek/article/viewFile/9/26>, diakses 3-8-2020.
- Suparma, L.B. dan Tajudin, A.N. 2017. *Pengaruh Rendaman pada Indirect Tensile Strength Campuran AC-BC dengan Limbah Plastik sebagai Agregat Pengganti*. Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 23, Nomor 2, Desember 2017.  
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/mkts/article/view/16128>, diakses 4-8-2020.
- Utari, N.M.D.P. 2019. *Studi Karakteristik Campuran Aspal Panas Dengan Menggunakan Abu Batu Sebagai Agregat*. Denpasar. Laporan Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Yasa, I P.B.R.S. 2019. *Studi Karakteristik Campuran Stone Matrix Aspal Menggunakan Garukan Beraspal lama (RAP) dengan Peremaja Oli Bekas*, Denpasar. Laporan Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Udayana.