

**KARAKTERISTIK CAMPURAN LATASTON (HRS-WC)
MENGUNAKAN BUTIRAN BAN BEKAS SEBAGAI PENGGANTI
AGREGAT HALUS**

*Characteristics of Hot Rolled Sheet-Wearing Course Using Waste Tire
Granules as a Substitute for Fine Aggregates*

Artikel Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

**Lalu Geri Fuad Priaspati
F1A 017 081**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2023**

TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK CAMPURAN LATASTON (HRS-WC)
MENGGUNAKAN BUTIRAN BAN BEKAS SEBAGAI PENGGANTI
AGREGAT HALUS

*Characteristics of Hot Rolled Sheet-Wearing Course Using Waste Tire
Granules as a Substitute for Fine Aggregates*

Oleh :

Lalu Geri Fuad Priaspati

NIM. F1A017081

Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing :

1. Pembimbing Utama

Desi Widianty, ST., MT.
NIP. 19710101 1998022 001

Tanggal : 2023

2. Pembimbing Pendamping

Ratna Yuniarti, ST., M.Sc(Eng).
NIP. 19680620 1994122 001

Tanggal : 2023

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram

Hariyadi, ST., M.Sc((Eng)., Ph.D.
NIP. 19731027 199802 1 001

TUGAS AKHIR
KARAKTERISTIK CAMPURAN LATASTON (HRS-WC)
MENGGUNAKAN BUTIRAN BAN BEKAS SEBAGAI PENGGANTI
AGREGAT HALUS

*Characteristics of Hot Rolled Sheet-Wearing Course Using Used Tire
Granules as a Substitute for Fine Aggregates*

Oleh :

Lalu Geri Fuad Priaspati
NIM. F1A017081

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 13 Juli 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I

Dr. Ir. I Dewa Made Alit Karyawan, MT. Tanggal : 2023
NIP. 19660718 199702 1 001

2. Penguji II

Ir. I Gede Putu Warka, MT. Tanggal : 2023
NIP. 19671229 199412 1 001

3. Penguji III

Rohani, ST., MT. Tanggal : 2023
NIP. 19671231 199512 2 001

Mataram, 2023
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram

Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

**Karakteristik Campuran Lataston (HRS-WC) Menggunakan Butiran
Ban Bekas Sebagai Pengganti Agregat Halus**

***Characteristics of Hot Rolled Sheet-Wearing Course Using Waste Tire
Granules as a Substitute for Fine Aggregates***

Lalu Geri Fuad Priaspati*, Desi Widianty*, Ratna Yuniarti*

*Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram

Email : lalugery17@gmail.com, widiantydesi@unram.ac.id,

ratna_yuniarti@unram.ac.id

ABSTRAK

Agregat halus adalah material berupa agregat hasil pemecah batu atau pasir alam dengan ukuran lolos saringan No.4 (ukuran 4,7 mm). Agregat halus sangat dibutuhkan dalam pekerjaan konstruksi jalan sehingga ketersediaan agregat halus semakin berkurang. Oleh karena itu digunakan butiran ban bekas sebagai material pengganti agregat halus untuk mengurangi penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik campuran Lataston menggunakan butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus terhadap nilai pengujian volumetrik dan mekanis yang mengacu pada spesifikasi umum bina marga 2010, revisi III (2013) dan spesifikasi umum bina marga 2018, revisi II (2020). Penelitian dilakukan dengan memvariasikan agregat halus dengan perbandingan butiran ban bekas:agregat halus, yaitu (0%:100%), (2%:98%), (4%:96%), (6%:94%), (8%:92%) dan (10%:90%) dengan KAO sebesar 7,75%. Hasil analisis menunjukkan butiran ban bekas mampu meningkatkan nilai VFB, sedangkan nilai VMA dan VIM mengalami penurunan. Nilai stabilitas, flow, dan marshall quotient memenuhi persyaratan. Didapatkan proporsi butiran ban bekas 6% : agregat halus 94% pada campuran Lataston (HRS-WC) menghasilkan kinerja yang paling optimum dengan nilai IKS sebesar 93,28%.

Kata Kunci : Lataston (HRS-WC), Butiran ban bekas, Agregat halus

PENDAHULUAN

jumlah kendaraan yang terus meningkat tiap tahunnya yang mengakibatkan tingginya volume kendaraan yang terjadi. Hal ini secara tidak langsung akan mempengaruhi beban lalu lintas meningkat yang mengakibatkan kerusakan pada lapisan perkerasan. Kerusakan dapat berupa retakan atau deformasi plastis yang ditandai dengan timbulnya alur pada permukaan perkerasan, keawetan campuran beraspal dan penampilan dari permukaan yang kurang memuaskan.

Limbah ban kendaraan adalah salah satu penyumbang sampah terbesar dan limbah ban tidak dapat diuraikan oleh organisme. Jika limbah ban bekas tersebut dibiarkan dalam waktu yang lama maka akan berdampak buruk pada lingkungan. Jika limbah ban dibakar akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna yang menghasilkan karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) yang sangat membahayakan kesehatan serta lingkungan sekitar.

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambah. Salah satu beton aspal campuran panas yang digunakan di Indonesia adalah Lataston (Lapis tipis aspal beton) atau di sebut juga HRS (*Hot Rolled Sheet*). Adapun kandungan yang terdapat dalam campuran yaitu agregat kasar, agregat halus, *filler* serta aspal yang diyakini dapat menghasilkan jalan dengan kelenturan dan keawetan yang baik. Karakteristik utama lataston adalah mempunyai gradasi senjang dengan ukuran maksimum 19 mm.

Untuk meningkatkan kinerja campuran perkerasan dapat dilakukan dengan menambahkan bahan tambah. Pada penelitian ini akan menggunakan butiran karet ban bekas sebagai pengganti agregat halus dalam campuran perkerasan. Menurut Ariyanto (2006) karet alam dan karet sintetis memiliki sifat yang tahan terhadap cuaca, tahan terhadap air, memiliki kestabilan yang cukup, memiliki sifat fleksibilitas dan sifat lentur yang cukup baik serta karet memiliki sifat menyerap getaran sehingga memberikan kenyamanan dalam menggunakan kendaraan. Menurut Darunifah (2007) penggunaan karet padat pada campuran perkerasan dapat meningkatkan ikatan antar agregat dengan aspal semakin kuat sehingga dapat menahan beban lalu lintas yang berat tanpa terjadi *bleeding*, keawetannya meningkat, serta semakin fleksibel. Artikel ini akan membahas hasil penelitian tentang pengaruh karakteristik campuran lataston (*HRS-WC*) menggunakan butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus.

DASAR TEORI

Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet*)

Lapis tipis aspal beton (*Hot Rolled Sheet*) adalah beton aspal bergradasi senjang dengan ukuran maksimum 19 mm. Karena *HRS* mengandung sangat sedikit agregat yang berukuran sedang sehingga campuran dapat menyerap kadar aspal yang relatif tinggi. Hal ini menyebabkan *Hot Rolled Sheet* memberikan suatu permukaan yang sanggup menerima beban tanpa retak.

Tabel 1 ketentuan sifat-sifat campuran lataston (HRS)

Sifat-sifat Campuran	lataston		
		Lapis Aus	Lapis Fondasi
(*) Kadar aspal efektif (%)	Min.	5,9	5,5
(*) Jumlah tumbukan per bidang			50
(*) Rongga dalam campuran (%)	Min.		4,0
	Maks.		6,0
(*) Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18	17
(*) Rongga terisi aspal (%)	Min.		68
(*) Stabilitas Marshall (kg)	Min.		600
(*) Marshall Quotient (kg/mm)	Min.		250
(*) Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ° C	Min.		90
(**) Flow (mm)	Min.		3

(Sumber (*) Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, revisi II (2020)

(**) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi III (2013))

Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya, merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pengujian analisis ayakan (Sukirman, 2016).

Butiran Ban Bekas

Ban adalah bagian dari kendaraan yang menutupi velg suatu roda dan merupakan bagian penting dari kendaraan darat yang digunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan ketidakrataan permukaan jalan, melindungi roda dari aus dan kerusakan, serta memberikan kestabilan antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan. Berdasarkan bahan-bahan penyusun utamanya yaitu karet alam dan karet sintetis, dimana memiliki sifat yang tahan terhadap cuaca, tahan terhadap air, memiliki kestabilan yang cukup, memiliki sifat fleksibilitas dan sifat lentur yang cukup baik serta karet memiliki sifat menyerap getaran sehingga memberikan kenyamanan dalam menggunakan kendaraan (Ariyanto, 2006).

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Rekayasa Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Bahan Penelitian

1. Aspal minyak penetrasi 60/70 yang didapatkan dari PT. Kresna Karya, Pringgabaya - Lombok Timur.
2. Material agregat kasar dan agregat halus dari PT. Sanur Jaya Utama.
3. *Filler* berupa serbuk abu batu yang diperoleh dari hasil ayakan agregat halus yang lolos saringan no.200.
4. Butiran ban bekas berasal dari hasil parutan ban bekas.

Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji pemeriksaan aspal (alat uji penetrasi, alat uji titik nyala dan titik bakar, alat uji daktilitas, alat uji titik lembek dan alat uji berat jenis (piknometer); alat uji pemeriksaan agregat (satu set saringan, piknometer, timbangan, pemanas); alat pengujian *marshall*, bak perendam yang dilengkapi dengan pengatur suhu, alat-

alat penunjang seperti : kompor, oven, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, *stop watch*, timbangan digital, dan jangka sorong.

Tahapan penelitian

1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu persiapan pustaka, bahan, dan alat-alat yang digunakan meliputi aspal penetrasi 60/70, agregat kasar, agregat halus, *filler* dan butiran ban bekas.

2. Pemeriksaan material

a. Pengujian aspal

Pengujian aspal pada penelitian ini dilakukan pada aspal pen 60/70.

b. Pengujian agregat

Pengujian agregat berupa pengujian agregat kasar, halus dan *filler*.

c. Pengujian butiran ban bekas

Pengujian serupa dengan pengujian agregat halus.

3. Perencanaan campuran untuk mendapatkan KAO

Perencanaan campuran aspal dengan agregat, baik agregat kasar maupun halus direncanakan sesuai dengan persentase terhadap berat benda uji untuk masing-masing fraksi agregat. Kadar aspal yang digunakan akan ditentukan setelah mendapatkan fraksi masing-masing agregat.

4. Rancangan Campuran Aspal untuk Mendapatkan KAO

Perencanaan campuran aspal dengan agregat, baik agregat kasar maupun halus direncanakan sesuai dengan persentase terhadap berat benda uji untuk masing-masing fraksi agregat yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga untuk lataston. Dalam perencanaan mendapatkan KAO menggunakan 0% butiran ban bekas. Penggunaan butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus akan dilakukan setelah mendapatkan nilai KAO menggunakan rumus:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18FF) + \text{Konstanta.}$$

Dengan :

P_b = % perkiraan kadar aspal awal

CA = % agregat kasar tertahan saringan No.8

FA = % agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200

FF = % *filler*, lolos saringan No.200

Konstanta = 2,0 sampai 3,0 untuk aspal campuran lataston. Nilai konstanta yang digunakan yaitu 2,5

5. Pembuatan benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum

Tahap pembuatan benda uji berdasarkan proporsi agregat yang telah memenuhi spesifikasi dengan variasi kadar aspal yang telah ditentukan.

Tabel 2 Desain rancangan menentukan KAO

Kadar Aspal Rencana	Jumlah
6,5%	3 buah
7%	3 buah
7,5%	3 buah
8%	3 buah
8,5%	3 buah
Total	15 buah

(Sumber Perhitungan)

6. Pengujian benda uji

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini dimaksudkan untuk memperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) dengan menguji sifat volumetrik dan mekanik dari 15 buah benda uji yang telah dibuat.

7. Menentukan kadar aspal optimum

8. Pembuatan benda uji berdasarkan KAO

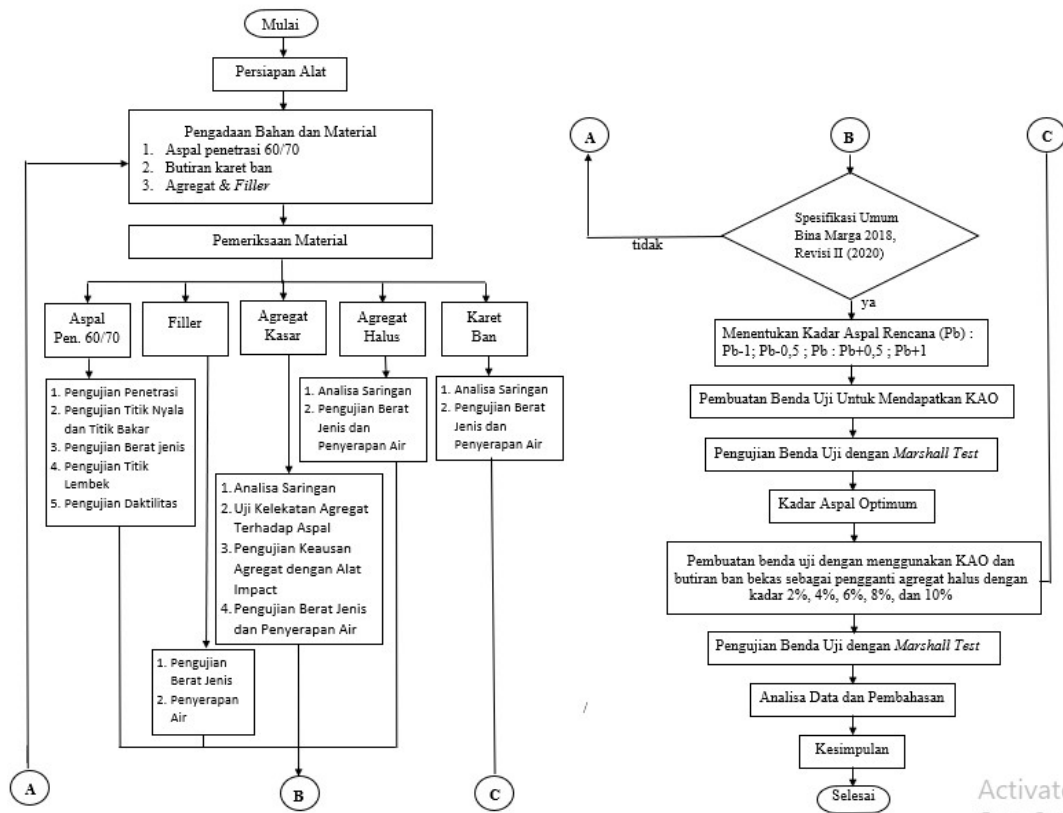
Setelah kadar aspal optimum didapatkan, selanjutnya dibuat variasi menggunakan butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus dengan kadar aspal optimum yang didapatkan.

Tabel 3 Jumlah sampel pengujian berdasarkan KAO

Variasi Campuran Benda Uji	Persentase Agregat Halus (%)	Persentase Karet Ban bekas (%)	Pengujian Benda Uji Marshall test
HRS karet ban 0%	100	0	3
HRS karet ban 2%	98	2	3
HRS karet ban 4%	96	4	3
HRS karet ban 6%	94	6	3
HRS karet ban 8%	92	8	3
HRS karet ban 10%	90	10	3
Total			18

9. Pengujian benda uji berdasarkan KAO

Pengujian benda uji yang dilakukan berdasarkan KAO meliputi pemeriksaan sifat volumetrik (VMA, VIM, dan VFB), sifat mekanis (stabilitas *Marshall*, *flow*, dan MQ)



Gambar 1 Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan aspal

Dalam penelitian ini, aspal yang digunakan adalah aspal minyak dengan penetrasi 60/70.

Tabel 4 Hasil pemeriksaan aspal

No.	Jenis Pengujian	Aspal 60/70 (*)	Spesifikasi(**)
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	66,05	60-70
2	Titik Nyala °C	>300	≥232
3	Berat Jenis	1,051	≥1,0
4	Titik Lembek °C	50,50	≥48
5	Daktilitas pada 25°C	144,75	≥100

Sumber : (*) Hasil penelitian

(**) Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, revisi II (2020)

Hasil pemeriksaan agregat

Tabel 5 Hasil Pemeriksaan Agregat

No.	Jenis Pengujian	Hasil (*)	Spesifikasi (**)
Agregat Kasar			
1	Berat Jenis Bulk	2,637	
2	Berat Jenis SSD	2,671	Min. 2,5
3	Berat Jenis Semu	2,726	
4	Penyerapan (%)	1,20	Maks. 3%
5	Keausan Impact (%)	11,145	Maks. 20%
6	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	100	Min. 95%
Agregat Halus			
1	Berat Jenis Bulk	2,65	
2	Berat Jenis SSD	2,61	Min. 2,5
3	Berat Jenis Semu	2,74	
4	Penyerapan (%)	2,76	Maks. 3%
Filler			
1	Berat Jenis Bulk	2,55	Min. 2,5
2	Berat Jenis SSD	2,56	
3	Penyerapan (%)	0,14	Maks. 3%

Sumber : (*) Hasil penelitian

(**) Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, revisi II (2020)

Hasil pengujian butiran ban bekas

Tabel 6 Hasil Pengujian Butiran Ban

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis Bulk	1,497
2	Berat Jenis SSD	1,517
3	Berat Jenis Semu	1,527
4	Penyerapan (%)	1,307

(Sumber : Hasil penelitian)

Hasil pemeriksaan untuk menentukan KAO

Berdasarkan hasil pemeriksaan volumetrik dan mekanis didapatkan KAO pada setiap variasi seperti pada **tabel 9**. di bawah ini.

Tabel 7 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Karakteristik Campuran	Syarat	Kadar Aspal (%)				
		6,5	7	7,5	8	8,5
VMA	≥ 18 %					
VIM	4% - 6%					
VFB	≥ 68					
Stabilitas	≥ 600 kg					
Flow	≥ 3 mm					
MQ	≥ 250 kg/mm					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

	Tidak Memenuhi
	Memenuhi

KAO = 7,75 %

Hasil Pemeriksaan Volumetrik Campuran Beraspal Berdasarkan KAO

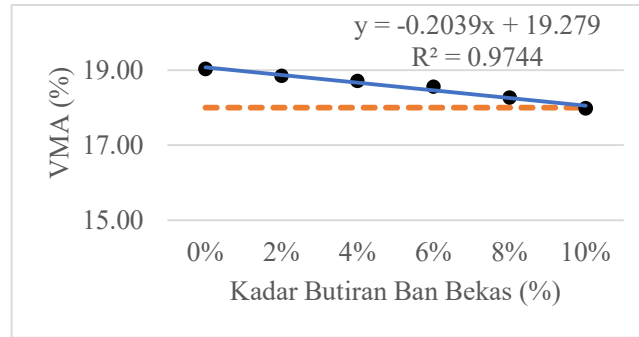
1. Rongga Pori Antar Agregat (VMA)

Tabel 8 Hasil Pemeriksaan VMA

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
VMA (%)	A	19.02	18.86	18.69	18.53	18.27	18.00
	B	19.08	18.85	18.72	18.56	18.18	17.97
	C	18.99	18.82	18.73	18.59	18.35	17.97
Rata-rata		19.03	18.84	18.71	18.56	18.27	17.98
Spesifikasi		Min. 18					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 8 dibuat gambar grafik sebagai berikut.



Gambar 2 Hubungan antara VMA dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 2 nilai VMA yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya persentase butiran ban bekas yang digunakan. Pada Persentase 0%-8% memenuhi syarat nilai VMA yang dibutuhkan yaitu >18.

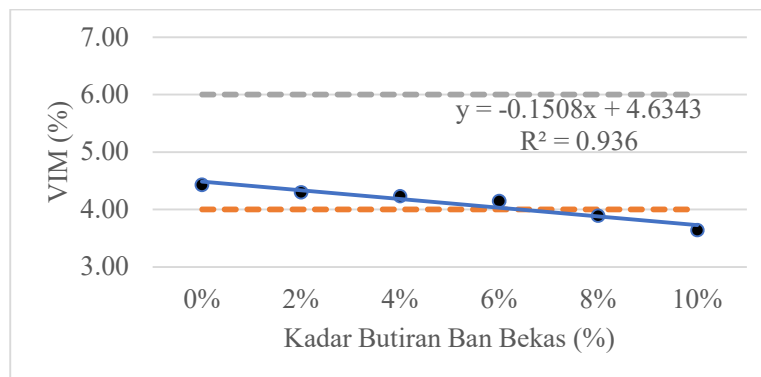
2. Rongga dalam Campuran (VIM)

Tabel 9 Hasil Pemeriksaan VIM

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
VIM (%)	A	4.42	4.32	4.20	4.11	3.89	3.66
	B	4.49	4.31	4.24	4.15	3.79	3.63
	C	4.38	4.27	4.25	4.18	3.98	3.63
Rata-rata		4.43	4.30	4.23	4.14	3.89	3.64
Spesifikasi		4.00-6.00					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 9 dibuat gambar grafik hubungan antara variasi perbandingan filler dengan nilai VIM.



Gambar 3 Hubungan antara VIM dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 3 nilai VIM yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya persentase butiran ban bekas yang digunakan. Pada Persentase 0%-6% memenuhi syarat nilai VIM yang dibutuhkan yaitu antara 4-6.

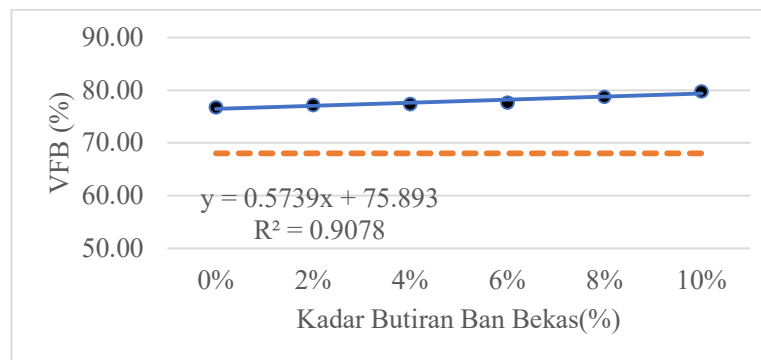
3. Rongga pori terisi aspal (VFB)

Tabel 10 Hasil Pemeriksaan VFB

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
VFA (%)	A	76.78	77.08	77.50	77.82	78.69	79.66
	B	76.46	77.14	77.34	77.65	79.15	79.80
	C	76.91	77.31	77.29	77.53	78.30	79.81
Rata-rata		76.72	77.18	77.38	77.67	78.71	79.76
Spesifikasi		Min. 68					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 10 dibuat gambar grafik hubungan antara variasi perbandingan *filler* dengan



Gambar 4 Hubungan antara VFB dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 4 nilai VFB yang didapatkan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus. Semua persentase memenuhi nilai minimum VFB yang di syaratkan yaitu 68%.

Hasil Pemeriksaan Mekanis Campuran Beraspal Berdasarkan KAO

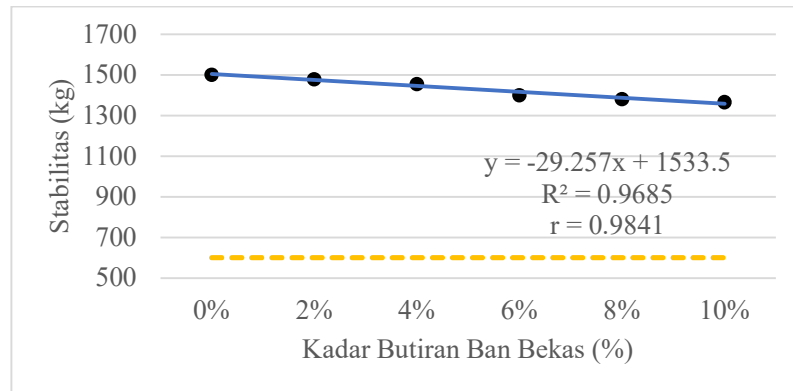
1. Stabilitas

Tabel 11 Hasil Pemeriksaan Stabilitas *Marshall*

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
Stabilitas (kg)	A	1518.29	1495.63	1476.54	1397.50	1382.60	1358.78
	B	1499.26	1470.22	1443.27	1392.99	1358.34	1351.41
	C	1488.37	1472.97	1447.94	1411.58	1404.54	1390.46
Rata-rata		1501.97	1479.60	1455.92	1400.69	1381.83	1366.89
Spesifikasi		Min. 600 kg					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 11 dibuat gambar grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan butiran ban bekas.



Gambar 5 Hubungan antara stabilitas dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 5 nilai stabilitas yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya butiran ban bekas. Nilai stabilitas pada semua persentase kadar butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus memenuhi syarat yang dibutuhkan untuk nilai stabilitas yaitu lebih dari 600 kg.

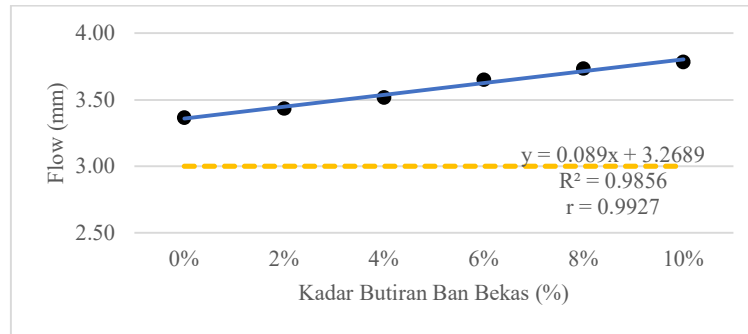
2. Flow (Pelelehan)

Tabel 12 Hasil Pemeriksaan *Flow*

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
Flow (mm)	A	3.40	3.45	3.55	3.65	3.80	3.80
	B	3.30	3.40	3.55	3.70	3.75	3.70
	C	3.40	3.45	3.45	3.60	3.65	3.85
Rata-rata		3.37	3.43	3.52	3.65	3.73	3.78
Spesifikasi		> 3 mm					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 12 dibuat gambar grafik hubungan antara nilai *flow* dengan butiran ban bekas.



Gambar 6 Hubungan antara *flow* dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 6 nilai *flow* yang didapatkan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya persentase butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus. Semua persentase memenuhi nilai minimum *flow* yang di syaratkan yaitu min. 3 mm.

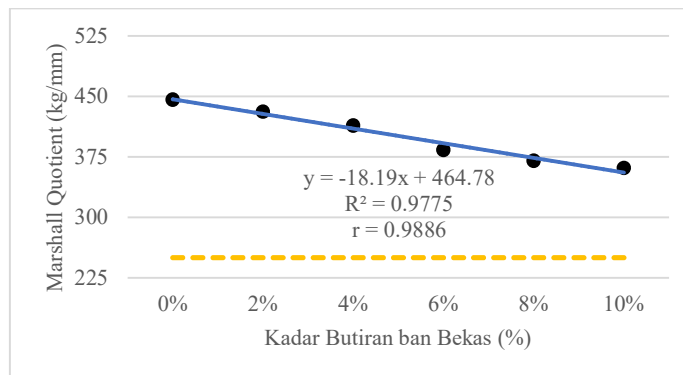
3. Marshall Quotient

Tabel 13 Hasil Pemeriksaan *Marshall Quotient*

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
Marshall Quotient (kg/mm)	A	446.56	433.52	415.93	382.88	363.84	357.57
	B	454.32	432.42	406.55	376.48	362.22	365.25
	C	437.76	426.95	419.69	392.11	384.81	361.16
Rata-rata		446.21	430.96	414.06	383.82	370.29	361.33
Spesifikasi		Min. 250					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 13 dibuat gambar grafik hubungan antara nilai MQ dengan butiran ban bekas.



Gambar 7 Hubungan antara MQ dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 7 nilai MQ yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya butiran ban bekas. Nilai MQ pada semua persentase kadar butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus memenuhi syarat yang dibutuhkan untuk nilai MQ yaitu lebih dari 250 kg/mm

Hasil Pemeriksaan Sifat Volumetrik dan Mekanis

Tabel 14 Hasil Pemeriksaan Sifat Volumetrik dan Mekanis

Karakteristik Campuran	Syarat	Kadar Butiran Ban Bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
VMA	≥ 18 %	19.03	18.84	18.71	18.56	18.27	17.98
VIM	4 - 6%	4.43	4.30	4.23	4.14	3.89	3.64
VFB	≥68	76.72	77.18	77.38	77.67	78.71	79.76
Stabilitas	≥600 kg	1501.97	1479.60	1455.92	1400.69	1381.83	1366.89
Flow	≥ 3 mm	3.37	3.43	3.52	3.65	3.73	3.78
MQ	≥ 250 kg/mm	446.21	430.96	414.06	383.82	370.29	361.33

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Keterangan :

	Tidak Memenuhi
	Memenuhi

Berdasarkan tabel 14 hasil pemeriksaan sifat volumetrik dan mekanis dapat diketahui bahwa kadar butiran ban bekas 8% dan 10% tidak memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk nilai VMA dan VIM. Untuk kadar butiran ban bekas 0% - 6% memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.

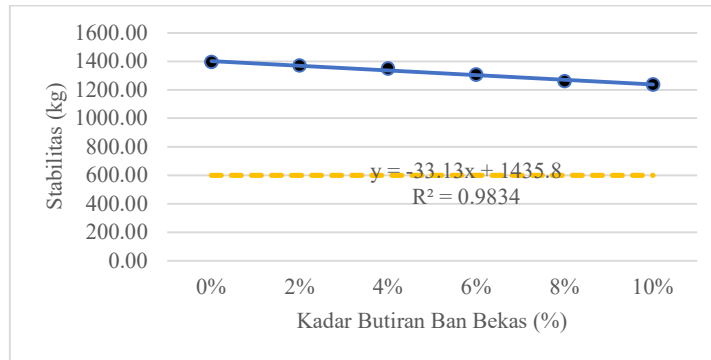
Hasil Pemeriksaan *Marshall Immersion*

Tabel 15 Hasil Pemeriksaan Sifat Volumetrik dan Mekanis

Karakteristik Campuran	Sampel	Kadar Butiran Ban bekas (%)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
Stabilitas (kg)	A	1392.39	1368.90	1336.56	1326.66	1253.73	1244.16
	B	1408.39	1391.34	1368.90	1288.32	1272.91	1244.16
	C	1385.68	1348.77	1342.06	1304.55	1254.06	1225.02
Rata-rata		1395.49	1369.67	1349.17	1306.51	1260.23	1237.78
Spesifikasi		Min. 600					

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan tabel 15 dibuat gambar grafik hubungan antara nilai *Marshall Immersion* dengan butiran ban bekas.



Gambar 8 Hubungan antara nilai stabilitas *marshall immersion* dengan butiran ban bekas

Berdasarkan gambar 8 nilai stabilitas *marshall immersion* yang didapatkan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya butiran ban bekas. Nilai stabilitas pada semua persentase kadar butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus memenuhi syarat yang dibutuhkan untuk nilai stabilitas yaitu lebih dari 600 kg.

Perhitungan Indeks Kekuatan Sisa

Tabel 16 Hasil Pemeriksaan IKS

Kadar Butiran Ban bekas (%)	Stabilitas (kg)		IKS (%)
	Waktu Perendaman		
	30 Menit	24 jam	
0%	1501.97	1395.49	92.91
2%	1479.60	1369.67	92.57
4%	1455.92	1349.17	92.67
6%	1400.69	1306.51	93.28
8%	1381.83	1260.23	91.20
10%	1366.89	1237.78	90.55

(Sumber : Hasil penelitian)

Berdasarkan Tabel 16 dapat dilihat bahwa nilai indeks kekuatan sisa (IKS) pada campuran dengan menggunakan butiran ban bekas sebagai pengganti agregat halus sebesar 6% yang memiliki durabilitas yang terbaik karena mempunyai nilai IKS tertinggi dengan nilai 93,28%

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil pengujian di Laboratorium dan hasil analisis pengujian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Seiring dengan bertambahnya persentase ban bekas sebagai pengganti agregat halus, campuran yang dihasilkan menjadi lebih kedap udara dan air. Hal ini dapat dilihat dari nilai

VMA dan VIM yang didapatkan semakin menurun seiring dengan bertambahnya persentase butiran ban bekas. Hal ini dapat terjadi karena seiring dengan bertambahnya persentase butiran ban bekas akan lebih mengisi rongga yang ada dalam campuran.

- b. Seiring dengan bertambahnya persentase ban bekas sebagai pengganti agregat halus, campuran yang dihasilkan akan menjadi lebih lentur. Hal ini dapat dilihat dari nilai *flow* yang semakin meningkat seiring bertambahnya butiran ban bekas sedangkan nilai stabilitasnya mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi karena ban bekas yang digunakan sebagai pengganti agregat halus memiliki sifat yang elastin dan lentur sehingga campuran yang didapatkan cenderung menjadi lebih lentur.
- c. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan persentase butiran ban bekas optimum ialah 6% karena mempunyai durabilitas baik dengan nilai IKS tertinggi dibandingkan dengan yang lain, yaitu sebesar 93,28%.

Saran

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan butiran ban bekas pada campuran lataston yang lain seperti lataston HRS-Base.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, I. B. (2020). Pengaruh Penggunaan Serbuk Ban Bekas Karet Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Karakteristik Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Darunifa, N. (2007). Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2013). *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi III)*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (2020). *Spesifikasi Umum 2018 (Revisi II)*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ariyanto, D. (2006). Pemanfaatan Limbah Vulkanisir Ban (Crumb Rubber) Sebagai Modifikasi Bitumen, Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Fadhilah, R.F. (2018). Pengaruh Penggunaan Serbuk Ban Karet Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Kinerja Perkerasan Jalan Raya. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Jatmiko, M. (2019). Pengujian Marshall HRS-WC Dengan Campuran Serbuk Ban Luar, Institut Teknologi Negeri Malang, Malang.
- Maulana, R. G., (2018). Menambah Serbuk Ban Bekas Ke Dalam Campuran Laston AC-WC, Politeknik Negeri Semarang, Semarang.
- Rhimadani, A. A. (2019). Pengaruh Penambahan Limbah Karet Bekas Kendaraan Pada Laston Terhadap Karakteristik Marshall, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Septiawan, T. D. (2018). Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Serbuk Karet Ban Pada Campuran Lapis Aspal Beton, Universitas Islam Malang, Malang.
- SNI 06-2432-2011. *Metode Pengujian Daktilitas Bahan Aspal*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 06-2433-2011. *Cara Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 06-2434-2011. *Cara Uji Titik Lembek Aspal dengan Alat Cincin dan Bola*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- SNI 06-2441-2011. *Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- SNI 06-2456-2011. *Cara Uji Penetrasi Aspal*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 1969-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 2439-2011. *Cara Uji Penyelimutan dan Pengelupasan pada Campuran Agregat-Aspal*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sukirman, S., 2016, *Beton Aspal Campuran Panas*, Institut Teknologi Nasional, Bandung.

