

Studi Perbandingan karakteristik *marshall* dan *IRS* antara aspal polimer PG70 campur serbuk ban karet dengan aspal PEN 60/70 campur serbuk ban karet pada campuran *HRS – WC* dan *SUPERPAVE*

Giri Widhiatmoko^{1,*}, Muhamad Abdul Hadi¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Marshall
IRS
Asphalt PG-70
Asphalt Pen
HRS-WC
Superpaves

Corresponding Author:

Giri Widhiatmoko
225104605@uui.ac.id

Abstract

The development of road infrastructure is also followed by the need for road pavement that makes more strength, and efficient in overcoming future challenges. Therefore, efforts or initiatives are needed to overcome damage in road pavement by modifying asphalt. One of the alternative is to modify Pen 60/70 asphalt with rubber additives and the use of PG-70 asphalt. Determination of the level of rubber additives in asphalt with variations in rubber content of 0%, 2%, 4%, 6%. For variations in the asphalt content of Superpave mixtures using variations of 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, and 7%, while for HRS - WC mixtures using variations of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, and 8%. After obtaining the KAO in each type of mixture, the Marshall Properties test is continued with the Marshall Test and Immersion Test. The estimated optimum tire rubber addition is 4% for all types of asphalt. The HRS - WC + PG70 + 4% rubber tire powder mixture has an average Stability value of 978.541 kg in the Marshall test and 918.265 kg in the IRS test. The average Flow value was 3.046 in the Marshall test and 3.147 in the IRS test. The HRS - WC + PEN 60/70 + 4% rubber tire powder mixture had an average Stability value of 944.507 kg in the Marshall test and 886.317 kg in the IRS test. The average Flow value was 3.177 in the Marshall test and 3.277 in the IRS test. The SUPERPAVE + PG70 + rubber tire powder mixture has an average Stability value of 1034.631 kg in the Marshall test and 1000.63 kg in the IRS test. The average Flow value was 2.907 in the Marshall test and 3.033 in the IRS test. The SUPERPAVE + PEN 60/70 + rubber tire powder mixture has an average Stability value of 1008.490 kg in the Marshall test and 982.482 kg in the IRS test. The average Flow value was 3.013 in the Marshall test and 3.120 in the IRS test.

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang dari berbagai sektor pendidikan, industri, ekonomi dan banyak hal lainnya. Perkembangan ini juga mendorong berkembangnya infrastruktur jalan sebagai akses salah satu prasarana transportasi darat. Berkembangnya infrastruktur jalan juga diikuti dengan kenaikan jumlah lalu lintas atau pertumbuhan kendaraan yang cepat, sehingga diperlukan perkerasan jalan yang kuat, dan efisien dalam

mengatasi tantangan kedepannya. Oleh karena itu diperlukan upaya atau inisiatif dalam mengatasi kerusakan dalam perkerasan jalan dengan cara memodifikasi aspal dengan campuran bahan yang ramah lingkungan sebagai alternatif.

Saat ini aspal PG70 sering digunakan di proyek – proyek besar seperti jalan tol, landasan pacu dan lain-lain. Hal ini dikarenakan aspal PG70 lebih stabil dari segi suhu dan hal lainnya dibandingkan aspal PEN.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dirumuskan bahwa penggunaan Aspal PG70 lebih baik dari pada Aspal PEN 60/70. Untuk mengetahui perbandingan kualitas campuran beton aspal menggunakan aspal PG70 dengan aspal PEN 60/70 berdasarkan karakteristik *Marshall* nya, maka dilakukanlah penelitian Perbandingan Karakteristik *Marshall* dan *IRS* antara campuran *HRS-WC* dan *Superpave* menggunakan Aspal Polimer PG70 campur serbuk ban karet dengan Aspal PEN 60/70 campur serbuk ban karet.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui hasil karakteristik *Marshall* dan *IRS* pada campuran *HRS – WC* dengan aspal polimer PG70 campur serbuk ban karet.
2. Mengetahui hasil karakteristik *Marshall* dan *IRS* pada campuran *HRS – WC* dengan aspal polimer PEN 60/70 campur serbuk ban karet.
3. Mengetahui hasil karakteristik *Marshall* dan *IRS* pada campuran *Superpave* dengan aspal polimer PG70 campur serbuk ban karet.
4. Mengetahui hasil karakteristik *Marshall* dan *IRS* pada campuran *Superpave* dengan aspal polimer PEN 60/70 campur serbuk ban karet.

Penelitian ini dilakukan guna untuk memberikan edukasi terkait pemilihan aspal yang digunakan sesuai dengan keperluannya. Hal ini dikarenakan aspal merupakan komponen utama dalam perkerasan lentur. Jika dalam penentuan jenis perkerasan dan jenis aspal sudah tidak tepat maka perkerasan tidak dapat menahan beban rencana secara maksimal dan menyebabkan banyak jalan cepat rusak tidak sesuai dengan umur rencana perkerasan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan diharapkan untuk dapat mengurangi kerusakan jalan akibat pemilihan jenis perkerasan dan aspalnya.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan melaksanakan serangkaian kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia. Peneliti melakukan eksperimen terhadap variabel terikatnya yaitu hasil karakteristik *Marshall*, *IRS* dan variabel bebas yaitu penambahan serbuk karet dan jenis aspal dalam campuran *HRS-WC* dan *Superpave*.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain studi pustaka dan mencari referensi, mempersiapkan alat dan bahan seperti agregat dan aspal, serta bahan tambah karet yang digunakan. Aspal yang digunakan pada penelitian ini merupakan aspal PG70 yang merupakan aspal modifikasi. Selain menggunakan aspal modifikasi, penelitian ini juga menggunakan limbah serbuk ban karet yang di olah dalam bentuk butiran. Adapun penelitian ini menggunakan serbuk ban karet dengan lolos saringan #16 dan tertahan saringan #30. Penentuan kadar bahan tambah karet pada aspal dengan variasi kadar karet 0%, 2%, 4%, 6%. Penentuan penambahan kadar karet optimum ditentukan berdasarkan pengujian karakteristik aspal. Setelah didapatkan penambahan karet optimum maka langkah selanjutnya membuat sampel untuk penentuan kadar aspal optimum (KAO). Pembuatan sampel KAO masing – masing 3 sampel dengan variasi kadar aspal yang berbeda sesuai dengan penentuan pb atau kadar aspal mula-mula. Untuk variasi kadar aspal campuran *Superpave* menggunakan variasi 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%, sedangkan untuk campuran *HRS – WC* menggunakan variasi 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%. Setelah di dapatkan KAO pada masing – masing jenis campuran dilanjutkan pengujian *Marshall Properties* dengan *Marshall Test* dan *Immersion Test*. Setelah itu dilakukan analisa data dan pembahasan serta kesimpulan dan saran pada penelitian.

Dalam menentukan menentukan proporsi agregat menggunakan nilai tengah dari batas atas dan batas bawah dari perencanaan gradasi agregat. Setelah dilakukan perencanaan gradasi agregat, dilakukan perhitungan nilai kadar aspal perkiraan dengan menggunakan persamaan berikut ini

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

dengan :

- P_b = Kadar aspal perkiraan
- CA = Agregat kasar (*Coarse Agregat*)
- FA = Agregat halus
- Filler = Agregat halus lolos saringan 200
- K = Konstanta (2-3 untuk lataston)

Pengujian *Marshall Properties* mencakup beberapa hal yang berkaitan dengan *volumetric* seperti *VITM* (*Void in the Total Mix*), *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*), *VMA* (*Void Mineral Agregat*), Kepadatan (*Density*). Adapun properties lainnya mencakup Stabilitas (*Stability*), dan Pelelehan (*Flow*).

VITM merupakan persentase volume rongga udara pada campuran. Untuk *VITM* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$VITM = \frac{C-H}{C} \times 100 \quad (2)$$

dengan :

- C = Berat jenis maksimum teoritis campuran
- H = Berat jenis bulk campuran

VMA merupakan persentase volume rongga udara antara agregat dalam campuran. Untuk *VMA* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$VMA = 100 - \left(\frac{H \times (100-B)}{G_{sb}} \right) \quad (3)$$

dengan :

- H = Berat jenis bulk campuran
- B = Kadar aspal
- G_{sb} = Berat jenis bulk teoritis campuran

VFWA merupakan persentase volume rongga yang terisi aspal pada campuran. Untuk *VFWA* dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$VFWA = 100 \times \left(\frac{VMA-VITM}{VMA} \right) \quad (4)$$

dengan :

- VITM* = *Void In total Mix*
- VMA* = *Void Mineral Agregat*

Stabilitas merupakan kemampuan suatu jenis perkerasan dalam menahan beban di atasnya tanpa mengalami deformasi permanen (Indriasti, 2023). Untuk stabilitas dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini

$$S = p \times kt \times 0,4536 \quad (5)$$

dengan :

- S = Stabilitas (kg)
- P = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
- kt = Angka koreksi tebal
- 0,4536 = Konversi satuan *lb* ke *kg*

Hasil Dan Pembahasan

Tabel 1. Hasil Properties Aspal PG-70 dan Pen 60/70 + Serbuk Karet Ban

Jenis Aspal	Pemeriksaan Aspal		
	Penetrasi (mm)	Titik Lembek (°C)	Daktilitas (cm)
PG-70 + 0% Karet Ban	57,5	55	140
PG-70 + 2% Karet Ban	53	59	130
PG-70 + 4% Karet Ban	50	62	115
PG-70 + 6% Karet Ban	47	65	105
Pen 60/70 + 0% Karet Ban	65,5	48	165
Pen 60/70 + 2% Karet Ban	63	52	152
Pen 60/70 + 4% Karet Ban	61	56	145
Pen 60/70 + 6% Karet Ban	58	59	138

Berdasarkan hasil pengujian aspal pada Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk karet ban dapat meningkatkan kekentalan dan sifat aspal yang menjadi keras serta getas. Penambahan kadar serbuk karet ban yang terlalu banyak dapat menyebabkan

penurunan performa dari karakteristik asli aspal, sehingga perlu dilakukan penentuan kadar penambahan serbuk ban karet. Dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan tiga karakteristik pengujian aspal yaitu penetrasi, titik lembek, dan daktilitas.

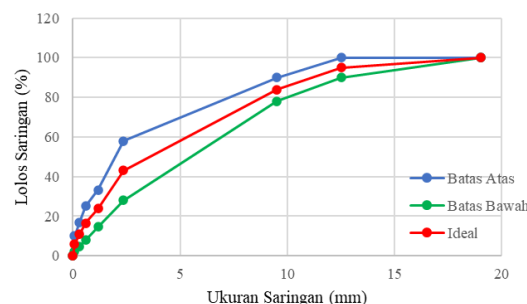
Berdasarkan tiga karakteristik tersebut untuk aspal PG-70 + Serbuk ban karet menggunakan penambahan sebesar 4%, hal ini dikarenakan dilihat dari penurunan karakteristik aspal yang mengalami kenaikan nilai *viscous* yang cukup signifikan. Untuk aspal Pen 60/70 + Serbuk ban karet juga menggunakan penambahan sebesar 4%. Penentuan penambahan 4% ini merupakan nilai tengah atau penambahan optimum tidak terlalu rendah dan tinggi dari kadar penambahan yang diharapkan dapat memberikan kenaikan karakteristik campuran secara optimum.

Penentuan gradasi pada penelitian ini menggunakan batas tengah dari batas atas dan batas bawah spesifikasi lolos saringan jenis campuran. Penentuan gradasi juga dapat dilakukan dengan cara menentukan sendiri gradasi yang diinginkan dengan catatan tidak boleh keluar dari amplop gradasi jenis campurannya. Pada penelitian ini menggunakan gradasi campuran *HRS-WC* 3/4" dan *Superpave* 3/4" dengan gradasi seperti berikut ini.

Berdasarkan perencanaan gradasi agregat untuk campuran *HRS - WC* didapatkan proporsi agregat sebagai berikut :
 Agregat Kasar (CA) : 39,5 %
 Agregat Halus (MA) : 52,5 %
 Filler : 8 %

Tabel 2. Gradasi Campuran *HRS - WC*

Ukuran Saringan	Lolos Saringan %			Tertahan Ideal Kum (%)	Tertahan Ideal (%)
	ASTM	Max	Min		
3/4"	100	100	100	0	0
1/2"	100	90	95	5	5
3/8"	85	75	80	20	15
No. 8	72	50	61	39	19
No. 30	60	35	47,5	52,5	13,5
No. 200	10	6	8	92	39,5
Pan				100	8



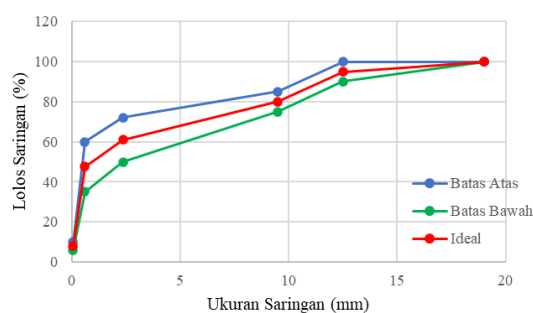
Gambar 1. Grafik Gradasi Campuran *HRS-WC*

Berdasarkan proposi agregat pada Tabel 2 dan Gambar 1 didapatkan bahwa nilai Kadar Aspal Perkiraananya 7 %. Untuk pembuatan benda uji menggunakan *range* ± 1 % tiap kenaikan dan penurunan 0,5 %, sehingga Kadar Aspal yang digunakan untuk campuran *HRS - WC* antara 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%.

Berdasarkan perencanaan gradasi agregat untuk campuran untuk campuran *Superpave* didapatkan proporsi agregat sebagai berikut :
 Agregat Kasar (CA) : 57,0 %
 Agregat Halus (MA) : 37,0 %
 Filler : 6 %

Tabel 3. Gradasi Campuran *Superpave*

Ukuran Saringan	Lolos Saringan %			Tertahan Ideal Kum (%)	Tertahan Ideal (%)
	Max	Min	Rencana Ideal		
3/4"	100	100	100	0	0
1/2"	100	90	95	5	5
3/8"	90	78	84	16	11
No. 8	58	28	43	57	41
No. 16	33.2	14.6	23.9	76.11	19.11
No. 30	25	7.97	16.5	83.51	7.40
No. 50	17	4.56	10.8	89.22	5.70
No. 200	10	2	6	94	4.78
Pan	0	0	0	100	6



Gambar 2. Grafik Gradasi Campuran *Superpave*

Berdasarkan proposi agregat pada Tabel 3 dan Gambar 2 didapatkan bahwa nilai Kadar Aspal Perkiraananya 6 %. Untuk pembuatan benda uji menggunakan *range* ± 1 % tiap

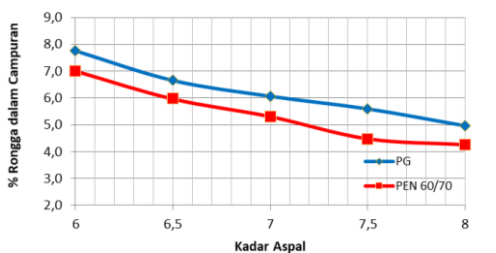
kenaikan dan penurunan 0,5 %, sehingga Kadar Aspal yang digunakan untuk campuran *Superpave* antara 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil *Marshall* Untuk Campuran *Superpave*

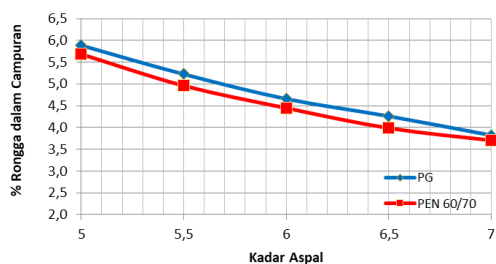
KADAR ASPAL	VITM (%)		VFWA (%)		VMA (%)		STABILITAS		FLOW	
	PG	PEN	PG	PEN	PG	PEN	PG	PEN	PG	PEN
5	5,895	5,682	64,994	66,186	14,61	14,573	896	856	2,260	2,327
5,5	5,23	4,96	69,715	71,161	15,06	14,99	962	949	2,513	2,547
6	4,66	4,45	73,794	74,969	15,58	15,58	1077	1060	2,913	2,983
6,5	4,26	3,99	76,896	78,312	16,26	16,22	1034	970	3,203	3,370
7	3,82	3,71	79,953	80,640	16,89	17	954	913	3,640	3,903
SPEKIFIKASI	4-5		Min 15		Min 65		Min 800		2-4	

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil *Marshall* Untuk Campuran *HRS - WC*

KADAR ASPAL	VITM (%)		VFWA (%)		VMA (%)		STABILITAS		FLOW	
	PG	PEN	PG	PEN	PG	PEN	PG	PEN	PG	PEN
6	7,757	7,01	62,049	64,894	18,49	18,007	875	857	2,453	2,640
6,5	6,65	5,97	67,495	70,247	18,52	18,11	1018	943	2,710	2,887
7	6,06	5,31	71,038	74,084	18,99	18,55	1103	1063	2,927	3,143
7,5	5,59	4,48	73,984	78,433	19,57	18,84	1017	947	3,040	3,173
8	4,96	4,26	77,369	80,242	20,01	19,64	969	871	3,227	3,327
SPEKIFIKASI	4-6		Min 18		Min 68		Min 600			

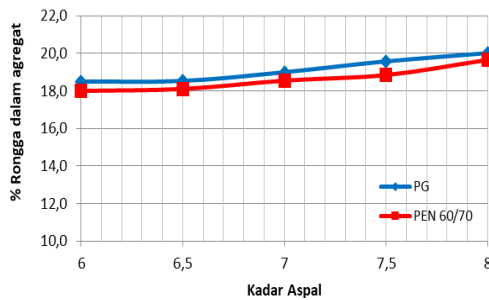


Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *HRS - WC* PEN 60/70 dan PG-70 dengan *VITM*

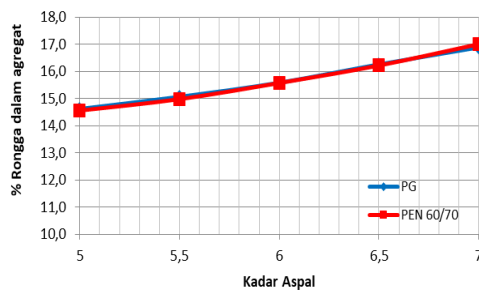


Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *Superpave* PEN 60/70 dan PG-70 dengan *VITM*

Berdasarkan Gambar 3 dan 4 dapat dilihat bahwa semakin bertambah kadar aspal maka nilai *VITM* semakin menurun. Semua jenis campuran *HRS - WC* dan *Superpave* dengan aspal Pen 60/70 dengan aspal PG 70 sama-sama mengalami penurunan nilai *VITM*. Campuran dengan bahan ikat Aspal Pen 60/70 memiliki nilai *VITM* yang lebih kecil dibandingkan campuran dengan bahan ikat Aspal PG-70, hal ini dikarenakan aspal Stabit PG-70 memiliki nilai *Stiffness modulus of bitumen* (*Sbit*) yang dominan. Sehingga menyebabkan kemampuan aspal PG-70 saat pencampuran lebih lambat dalam mengisi rongga - rongga yang ada pada campuran. Besarnya nilai *VITM* pada campuran dengan aspal modifikasi PG-70 sesuai dengan penelitian yang dilakukan Indriasti (2023), dimana *VITM* campuran aspal PG-70 lebih besar dibandingkan campuran dengan bahan ikat aspal Pen 60/70

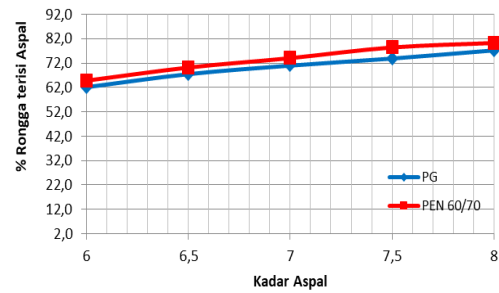


Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *HRS – WC* PEN 60/70 dan PG-70 dengan *VMA*

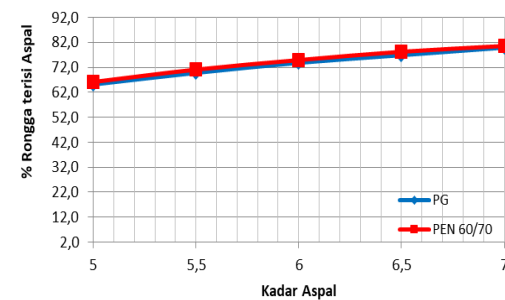


Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *Superpave* PEN 60/70 dan PG-70 dengan *VMA*

Berdasarkan Gambar 5 dan 6 dapat dilihat bahwa semakin bertambah kadar aspal maka semakin bertambah juga nilai *VMA*. Untuk campuran Nilai *VMA* telah memenuhi minimum spesifikasi Bima Marga 2018 yaitu >18% untuk campuran *HRS* dan >15% untuk campuran *Superpave*. Nilai *VMA* campuran dengan aspal PG-70 lebih besar di bandingkan dengan campuran dengan aspal Pen 60/70. Hal ini dikarenakan aspal PG-70 memiliki ikatan yang lebih kuat dalam mengikat agregat sehingga menyebabkan selimut aspal menjadi lebih tebal pada campuran PG-70 dibandingkan dengan PEN 60/70. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Lusyana, dkk (2022), dimana semakin tebal aspal yang menyelimuti agregat maka semakin besar jarak antar partikel agregat sehingga rongga diantara partikel berkurang.

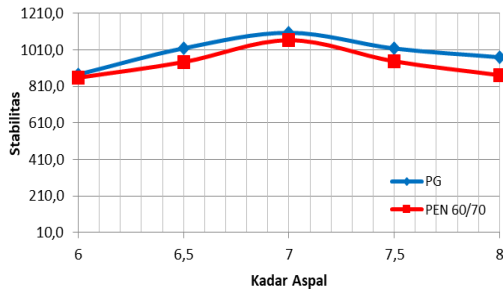


Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *HRS – WC* PEN 60/70 dan PG-70 dengan *VFA*

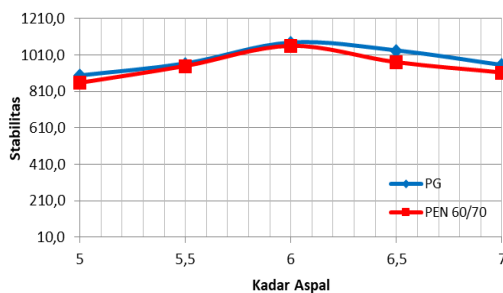


Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *Superpave* PEN 60/70 dan PG-70 dengan *VFA*

Berdasarkan Gambar 7 dan 8 dapat dilihat untuk semua jenis campuran bahwa semakin bertambah kadar aspal maka semakin bertambah rongga campuran yang terisi oleh aspal. Nilai *VFA* campuran aspal PG-70 memiliki nilai *VFA* yang lebih kecil dibandingkan dengan campuran aspal Pen 60/70, hal ini dikarenakan sifat dari aspal PG-70 yang lebih padat dibandingkan dengan aspal Pen 60/70. Salah satu penentuannya yaitu nilai Penetrasi aspal PG-70 lebih rendah dari pada aspal Pen 60/70, Semakin rendah nilai penetrasi maka semakin relatif lebih tidak peka terhadap perubahan suhu. Hal ini yang menyebabkan aspal PG-70 tidak dapat menembus hingga pori terdalam dari rongga yang dapat terisi aspal. Hal ini sesuai dengan penelitian Indriasti (2023), dimana besarnya nilai *VFA* pada campuran aspal Pen 60/70 dikarenakan sifat dari aspal Pen 60/70 yang relative lebih peka terhadap perubahan suhu sehingga lebih mudah dalam mengisi rongga yang dapat terisi aspal.

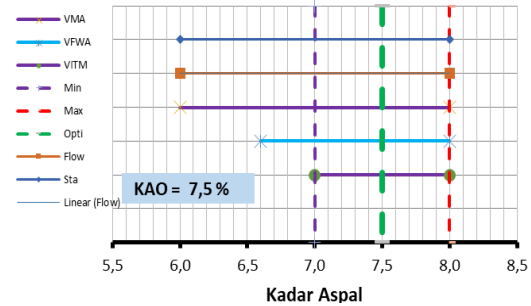


Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *HRS – WC* PEN 60/70 dan PG-70 dengan Stabilitas

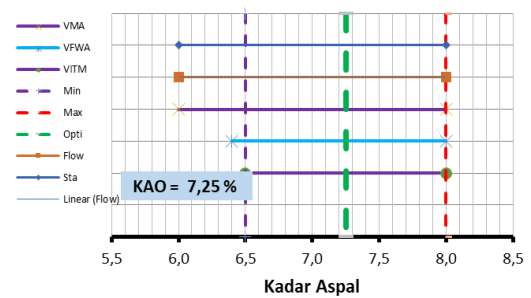


Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal Campuran *Superpave* PEN 60/70 dan PG-70 dengan Stabilitas

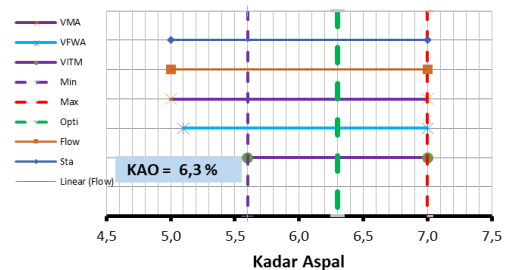
Berdasarkan Gambar 9 dan 10 dapat dilihat bahwa semakin bertambah kadar aspal maka semakin tinggi nilai Stabilitas dan akan menurun saat mencapai optimum. Campuran *HRS – WC* dan *Superpave* dengan aspal PG-70 dan Pen 60/70 memiliki pola yang sama yaitu naik seiring bertambahnya kadar aspal dan menurun saat mencapai kondisi optimumnya. Nilai Stabilitas dengan campuran aspal PG-70 lebih tinggi dibandingkan dengan stabilitas dengan campuran aspal Pen 60/70, hal ini dikarenakan aspal PG-70 memiliki kekentalan atau nilai viskositas yang lebih besar dibandingkan aspal Pen 60/70 sehingga meningkatkan ikatan antar aspal dan agregat semakin kuat. Hal ini sesuai dengan penelitian Apteda, dkk (2023), dimana rata-rata nilai stabilitas aspal polimer PG-70 lebih tinggi dibandingkan dengan aspal minyak Pen 60/70.



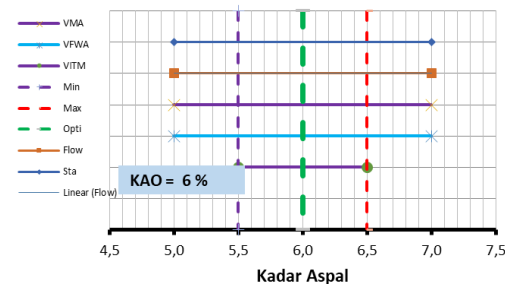
Gambar 11. Grafik Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran *HRS – WC* + Aspal PG70 + Serbuk Ban Bekas



Gambar 12. Grafik Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran *HRS – WC* + Aspal Pen 60/70 + Serbuk Ban Bekas



Gambar 13. Grafik Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran *Superpave* + Aspal PG70 + Serbuk Ban Bekas



Gambar 14. Grafik Kadar Aspal Optimum Untuk Campuran *Superpave* + Aspal PG70 + Serbuk Ban Bekas

Berdasarkan Gambar 11-14 dapat di simpulkan bahwa KAO untuk campuran dengan aspal PG memiliki KAO yang lebih besar dibandingkan aspal PEN 60/70, hal ini dikarenakan sifat dari aspal PG-70 yang memiliki viscous dan indeks penetrasi yang lebih rendah dibandingkan aspal Pen 60/70 sehingga membutuhkan lebih banyak aspal PG-70 untuk dapat menyelimuti keseluruhan agregat secara optimum dalam campuran. Untuk KAO campuran *HRS – WC* aspal PG + Serbuk ban bekas didapatkan 7,5 %, Sedangkan KAO campuran *HRS – WC* aspal Pen + Serbuk ban bekas didapatkan 7,25 %. Untuk KAO campuran *Superpave* aspal PG + Serbuk ban bekas didapatkan 6,3 %, Sedangkan KAO campuran *Superpave* aspal Pen 60/70 + Serbuk ban bekas didapatkan 6 %.

Tabel 6. Hasil Stabilitas Setelah KAO Pada Campuran *Superpave* Pada Uji *Marshall* dan *IRS*

SAMPSEL	0,5 JAM		24 JAM	
	PG	PEN	PG	PEN
A	1055,0	1001,1	1010,7	998,46
B	1012,7	1002,5	994,85	969,55
C	1036,0	1021,7	996,24	979,42

Tabel 7. Hasil *Flow* Setelah KAO Pada Campuran *Superpave* Pada Uji *Marshall* dan *IRS*

SAMPSEL	0,5 JAM		24 JAM	
	PG	PEN	PG	PEN
A	2,87	2,98	3,01	3,12
B	2,94	3,01	3,05	3,1
C	2,91	3,05	3,04	3,14

Tabel 8. Hasil Stabilitas Setelah KAO Pada Campuran *Superpave* Pada Uji *Marshall* dan *IRS*

SAMPSEL	0,5 JAM		24 JAM	
	PG	PEN	PG	PEN
A	990,6	925,36	931,79	885,70
B	948,3	935,17	915,52	882,48
C	996,6	972,97	907,47	890,75

Tabel 9. Hasil *Flow* Setelah KAO Pada Campuran *Superpave* Pada Uji *Marshall* dan *IRS*

SAMPSEL	0,5 JAM		24 JAM	
	PG	PEN	PG	PEN
A	3,05	3,14	3,14	3,25
B	3,04	3,2	3,11	3,33
C	3,05	3,19	3,19	3,25

Berdasarkan Tabel 6-9 didapatkan bahwa stabilitas pada campuran dengan aspal PG-70 lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal Pen 60/70. Pendapat ini sejalan dengan penelitian Apteda dkk (2023), dimana nilai rata-rata stabilitas campuran menggunakan aspal modifikasi polimer PG70 lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal Pen 60/70 dikarenakan aspal PG-70 yang memiliki kepekaan terhadap suhu yang cukup rendah dan kekentalan yang tinggi sehingga menambah daya ikat antar aspal dan agregat. Pada pengujian *IRS* atau perendaman di *water bath* dengan suhu 60°C selama 24 jam memiliki nilai stabilitas yang menurun, hal ini diakibatkan karena suhu ekstrim yang dilakukan secara terus menerus. Nilai stabilitas *IRS* pada campuran dengan aspal PG-70 masih tetap lebih tinggi dibandingkan dengan campuran dengan aspal Pen 60/70, hal ini menegaskan bahwa campuran dengan aspal PG-70 dapat menahan suhu ekstrim dibandingkan campuran dengan aspal Pen 60/70. Semakin mampu suatu campuran dalam menahan suhu ekstrim maka semakin tinggi juga keawetan perkerasan dalam mempertahankan kuat tarik antar partikelnya.

Untuk nilai *flow* pada campuran aspal PG-70 lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal Pen 60/70. Hal ini berlaku pada kedua campuran beton aspal *HRS – WC* dan *Superpave*. Hal ini dikarenakan viscous campuran dengan aspal PG-70 lebih tinggi dibandingkan campuran dengan aspal Pen 60/70. Hal ini sesuai dengan penelitian Yustika (2023), dimana nilai *flow* pada campuran dengan aspal PG-70 lebih tinggi

dibandingkan dengan campuran dengan aspal Pen 60/70 dikarenakan perbedaan nilai titik lembek yang dimana nilai titik lembek aspal PG-70 lebih tinggi yaitu 55°C dibandingkan dengan aspal Pen 60/70 sebesar 48°C.

Kesimpulan

1. Campuran *HRS - WC* dengan aspal PG70 campur serbuk ban karet 4% memiliki nilai rata - rata Stabilitas sebesar 978,541 kg pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 918,265 kg pada uji *IRS* perendaman 24 jam. Nilai rata - rata *Flow* sebesar 3,046 pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 3,147 pada uji *IRS* perendaman 24 jam.
2. Campuran *HRS - WC* dengan aspal PEN 60/70 campur serbuk ban karet 4% memiliki nilai rata - rata Stabilitas sebesar 944,507 kg pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 886,317 kg pada uji *IRS* perendaman 24 jam. Nilai rata - rata *Flow* sebesar 3,177 pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 3,277 pada uji *IRS* perendaman 24 jam.
3. Campuran *SUPERPAVE* dengan aspal PG70 campur serbuk ban karet memiliki nilai rata - rata Stabilitas sebesar 1034,631 kg pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 1000,63 kg pada uji *IRS* perendaman 24 jam. Nilai rata - rata *Flow* sebesar 2,907 pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 3,033 pada uji *IRS* perendaman 24 jam.
4. Campuran *SUPERPAVE* dengan aspal PEN 60/70 campur serbuk ban karet memiliki nilai rata - rata Stabilitas sebesar 1008,490 kg pada uji *Marshall* perendaman 0,5 jam dan sebesar 982,482 kg pada uji *IRS* perendaman 24 jam. Nilai rata - rata *Flow* sebesar 3,013 pada uji *Marshall* dan sebesar 3,120 pada uji *IRS* perendaman 24 jam.

Campuran beton aspal *HRS - WC* dan *Superpave* menggunakan aspal PG-70 + serbuk ban karet 4% memiliki peningkatan

Mashall Properties seperti Stabilitas, *Flow*, *VITM*, *VFWA*, *VMA* yang konstan naik dalam kondisi perendaman 0,5 jam maupun 24 jam dibandingkan dengan menggunakan aspal Pen 60/70 + Serbuk ban karet. Hal ini dikarenakan karakteristik dari aspal PG-70 itu sendiri yang memiliki kemampuan ketahanan terhadap suhu sehingga konsisten untuk menjaga kemampuan dari perkerasan beton aspalnya.

Daftar Pustaka

- Apteda, dkk (2023), *Perbandingan Karakteristik Marshall Pada Aspal Modifikasi Polimer PG70 dengan Aspal Minyak Pen 60-70 pada Proyek Preservasi Jalan Sidoarjo – Malang*. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik (JURRITEK). Vol.2. Hal 23-31.
- Dhuhah, dkk (2023). *Komparasi Pemanfaatan Aditif limbah plastik (LDPE) dan ban karet terhadap campuran AC-WC ditinjau dari aspal volumetrik, IRI, dan skid resistance*. *Civil Engineering Research Forum* vol. 3. Hal 172 – 182.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 3)*. Jakarta., Indonesia.
- Indriasti. (2023). *Pengaruh Substitusi Fly Ash Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran Superpave Dengan Bahan-Ikat Pen 60/70 Dan Starbit Pg-70*. Yogyakarta. Indonesia
- Iqbal. (2023). *Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Karet Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Dengan Metode Pencampuran Konvensional Dan Bertahap*. Yogyakarta, Indonesia.
- Jessica. (2022). *Perbandingan Kinerja Asphalt Concrete Binder Course (Ac-Bc) Menggunakan Batu Pecah Clereng Dan Batu Granit Tulungagung Sebagai Pengganti Agregat Kasar, Agregat Halus Clereng Dan Pasir Cepu Aspal Pertamina 60/70*. Yogyakarta. Indonesia
- Manda Tri P, dkk. (2023) *Analisis Karakteristik Marshall Campuran Aspal Modifikasi pada Asphalt Concrete – Wearing Course (AC – WC) dengan Penambahan Serbuk Ban Kendaraan*. Palembang, Indonesia.
- Prastama, dkk. (2023) *Perbandingan Karakteristik Marshall Pada Aspal Modifikasi Polimer Pg70 Dengan Aspal Minyak Pen 60-70*