

BAB IV. MIX DESIGN CAMPURAN ASPAL AC-WC DAN HRS-WC

Bab IV ini membahas tentang pengujian bahan-bahan penyusun campuran aspal, dan pembuatan *mix design* campuran aspal AC-WC dan HRS-WC, dengan menggunakan pengujian Marshall. Bahan-bahan penyusun dari campuran aspal, adalah terdiri dari: aspal penetrasi 60/70, agregat kasar, agregat medium, dan agregat halus, yang kesemuanya harus memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga (2010). Pada proses pembuatan *mix design* ini, dilakukan penentuan kadar aspal optimum. Hasil akhir dari *mix design* ini akan dijadikan sebagai acuan untuk membuat benda uji pada pengujian modulus dinamik.

A. Campuran Beraspal *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dan *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*

1. Amplop Gradasi *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*

Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) merupakan salah satu dari campuran aspal panas yang memiliki susunan gradasi rapat dan berfungsi sebagai lapis permukaan pada perkerasan lentur. Amplop gradasi agregat gabungan dan ketentuan sifat-sifat campuran beraspal AC-WC dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal AC-WC

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran aspal AC-WC
37,5	
25	
19	100
12,5	90-100
9,5	77-90
4,75	53-69
2,36	33-53
1,18	21-40
0,600	14-30
0,300	9-22
0,150	6-15
0,075	4-9

Sumber: Bina Marga (2010)

Tabel 4.2. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran beraspal AC-WC

Sifat-sifat Campuran		AC-WC
Kadar Aspal Efektif (%)		4,0
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,2
Jumlah Tumbukan Per Bidang		75
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga Dalam Agregat (%)	Min.	15
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65
Pelelehan (mm)	Min.	2
	Maks.	4
Stabilitas <i>Marshall</i> (Kg)	Min.	800
<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	Min.	250
Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90

Sumber: Bina Marga (2010)

2. Amplop Gradasi *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*

Sebagaimana AC-WC, *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* adalah juga merupakan salah satu dari jenis campuran aspal panas, namun memiliki susunan gradasi senjang, dan berfungsi sebagai lapis permukaan pada perkerasan lentur. Amplop gradasi agregat gabungan dan ketentuan sifat-sifat campuran beraspal *HRS-WC* disajikan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3. Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal *HRS-WC*

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran aspal <i>HRS-WC</i>
37,5	
25	
19	100
12,5	90-100
9,5	75-85
4,75	-
2,36	50-72
1,18	-
0,600	35-60
0,300	-
0,150	-
0,075	6-10

Sumber: Bina Marga (2010)

Tabel 4.4. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran beraspal *HRS-WC*

Sifat-sifat Campuran		<i>HRS-WC</i>
Kadar Aspal Efektif (%)		5,9
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,7
Jumlah Tumbukan Per Bidang		75
Rongga Dalam Campuran (%)	Min.	4,0
	Maks.	6,0
Rongga Dalam Agregat (%)	Min.	18
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	68
Pelelehan (mm)	Min.	3
	Maks.	-
Stabilitas <i>Marshall</i> (Kg)	Min.	800
<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	Min.	250
Stabilitas <i>Marshall</i> sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60°C (%)	Min.	90

Sumber: Bina Marga (2010)

B. Pengujian Bahan Campuran Aspal

1. Pengujian Aspal

Hasil pengujian aspal keras penetrasi 60/70, dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Aspal Keras Pen. 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spec.	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	60,5	Memenuhi
2	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	51,5	Memenuhi
3	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	139,5	Memenuhi
4	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	270	Memenuhi
5	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	1,07	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)

2. Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat halus disajikan pada Tabel 4.6, sedangkan hasil pengujian agregat kasar bisa dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Standar	Spec.	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1970:2008	-	2,57 gr	-
2	Berat jenis SSD	SNI 1970:2008	-	2,70 gr	-
3	Berat Jenis Semu	SNI 1970:2008	-	2,94 gr	-
4	Penyerapan air oleh agregat	SNI 1970:2008	$\leq 5\%$	4,82%	Memenuhi
5	<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-4428-1997	$\geq 60\%$	96,6%	Memenuhi

Sumber : Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Standar	Spec.	Hasil	Keterangan
1	Abrasi dengan mesin Los Angles (500 putaran)	SNI 2417:2008	$\leq 30\%$	20,90%	Memenuhi
2	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (10-20 mm)				
	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1970:2008	-	2,49 gr	-
	Berat jenis SSD		-	2,50 gr	-
	Berat Jenis Semu		-	2,52 gr	-
	Penyerapan air oleh agregat		$\leq 3\%$	0,51%	Memenuhi
3	Berat jenis dan penyerapan agregat medium (5-10 mm)				
	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1970:2008	-	2,49 gr	-
	Berat Jenis SSD		-	2,54 gr	-
	Berat Jenis Semu		-	2,62 gr	-
	Penyerapan air oleh agregat		$\leq 3\%$	1,94%	Memenuhi
4	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	$\geq 95\%$	100%	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)

C. Perencanaan Komposisi Agregat dalam Campuran (*Mix Design*)

Direncanakan campuran aspal dengan jenis gradasi yang berbeda, yaitu *asphalt Concrete-wearing course (AC-WC)* yang bergradasi menerus dan *hot rolled sheet-wearing course (HRS-WC)* yang mempunyai gradasi senjang. Spesifikasi AC-WC maupun HRS-WC juga mengacu pada Spesifikasi Bina Marga (2010).

1. Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)

Berdasarkan pada hasil pengujian gradasi AC-WC, diperoleh amplop gradasi AC-WC seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Amplop Gradasi AC-WC

Ø Ayakan	AC-WC		
	Spesifikasi	<i>ideal specification</i>	Aktual
3/4 "	100	100	100
1/2 "	90-100	95	92,31
3/8 "	77-90	83,5	83,53
No. 4	53-69	61	60,85
No. 8	33-53	43	41,92
No. 16	21-40	30,5	30,05
No. 30	14-30	22	21,30
No. 50	9-22	15,5	14,62
No. 100	6-15	10,5	10,19
No. 200	4-9	6,5	6,5
Pan	0	0	0

Sumber : Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)

2. Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)

Berdasarkan pada hasil pengujian gradasi HRS-WC, diperoleh amplop gradasi HRS-WC seperti pada seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Amplop Gradasi HRS-WC

Ø Ayakan	HRS-WC		
	Spesifikasi	<i>ideal specification</i>	Aktual
¾ "	100,00	100,00	100,00
½ "	90-100	95	90,07
3/8 "	75-85	80	79,85
No. 4	-	-	-
No. 8	50-72	61	61,20
No. 16	-	-	-
No. 30	35-60	47,5	35,31
No. 50	-	-	-
No. 100	-	-	-
No. 200	6-10	8	8,52
Pan	0	0	0

Sumber : Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)

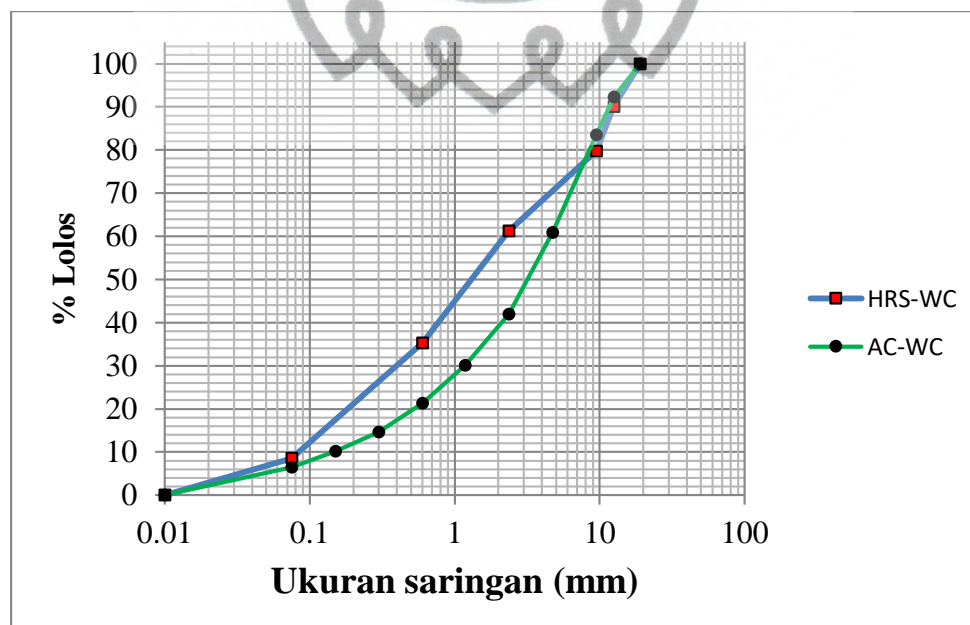
3. Perbandingan Komposisi Agregat dalam Campuran (*Mix Design*) Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) dan Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)

Adapun gradasi AC-WC dan HRS-WC dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.10. Amplop Gradasi AC-WC dan HRS-WC

Ø sieve	AC-WC			HRS-WC		
	Specification	Medium specification	Actual	Specification	Medium specification	Aktual
3/4 "	100	100	100	100,00	100	100
1/2 "	90-100	95	92,31	90-100	95	90,07
3/8 "	77-90	83.5	83,53	75-85	80	79,85
No. 4	53-69	61	60,85	-	-	-
No. 8	33-53	43	41,92	50-72	61	61,20
No. 16	21-40	30.5	30,05	-	-	-
No. 30	14-30	22	21,30	35-60	47.5	35,31
No. 50	9-22	15.5	14,62	-	-	-
No. 100	6-15	10.5	10,19	-	-	-
No. 200	4-9	6.5	6,50	6-10	8	8,52
Pan	0	0	0	0	0	0

Sumber: Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)



Gambar 4.1. Perbandingan Gradasi Gabungan antara AC-WC dan HRS-WC (Sumber: Hasil Penelitian)

D. Kadar Aspal Optimum (KAO) dan *Marshall Properties* Campuran Aspal

1. Kadar Aspal Optimum (KAO) Campuran Aspal

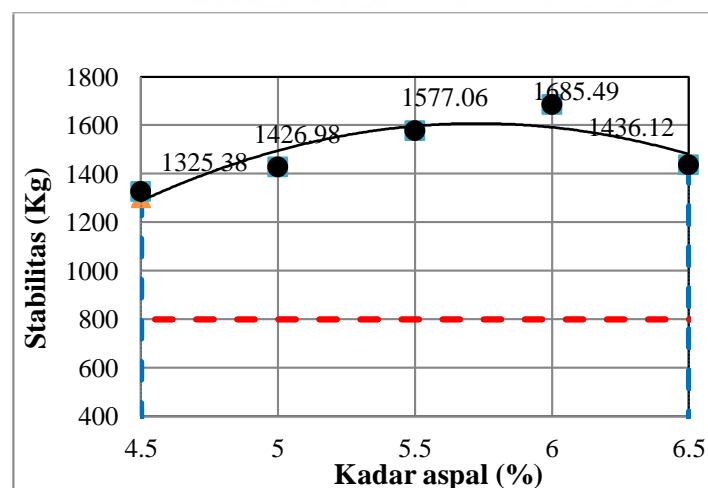
a. *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*

Untuk menentukan kadar aspal optimum campuran aspal AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), digunakan variasi kadar aspal sebesar 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.

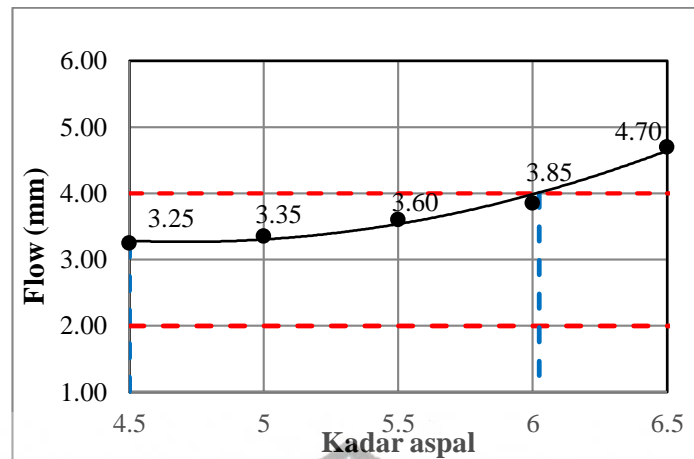
Tabel 4.11. Hasil Pengujian *Marshall* AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010))

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	MQ (Kg/mm)	Density
Spec	≥ 800	2-4	3-5	≥14	≥65%	≥250	-
4,5	1.325,38	3,25	8,20	18,04	54,53	410,70	2,27
5,0	1.426,98	3,35	7,80	18,76	58,45	442,06	2,26
5,5	1.577,06	3,60	4,86	17,25	71,81	437,48	2,32
6,0	1.685,40	3,85	3,11	16,78	81,49	439,13	2,34
6,5	1.436,12	4,70	2,35	17,26	86,46	306,39	2,34

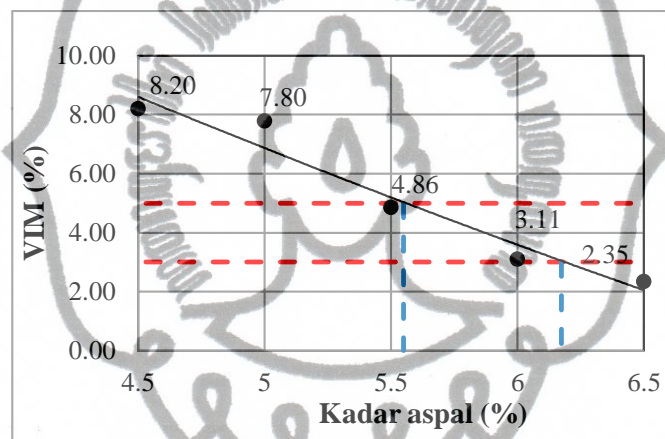
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian *Marshall* yang terdapat pada Tabel 4.11., kemudian dibuat grafik hubungan antara kadar aspal dengan masing-masing sifat *Marshall*.



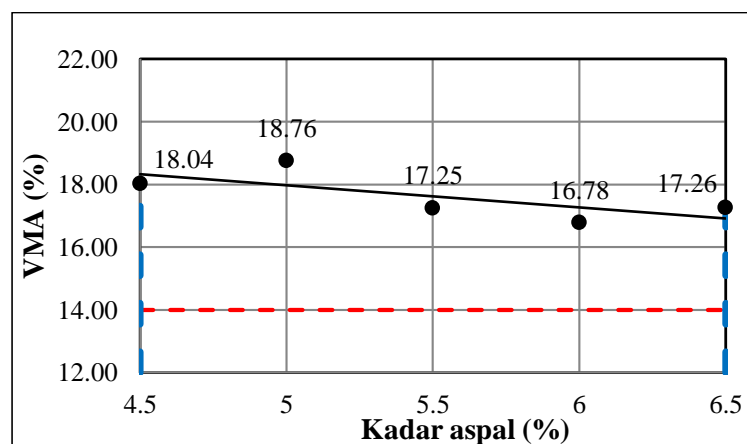
Gambar 4.2. Hubungan kadar aspal dengan stabilitas AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian)



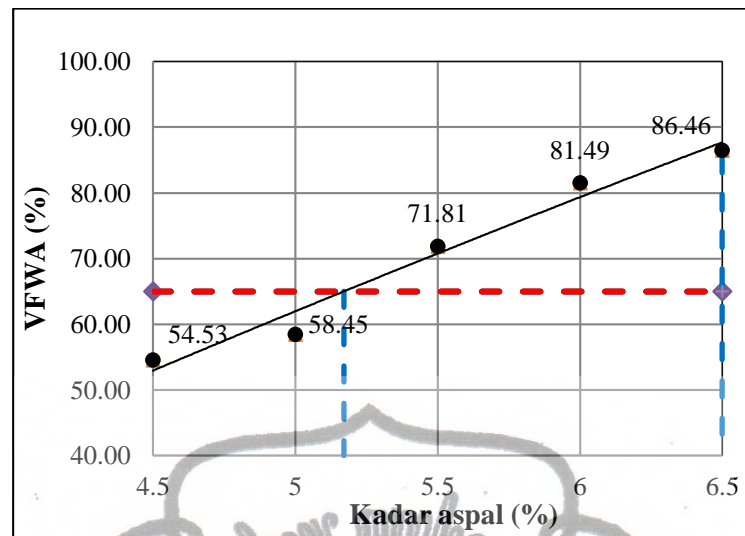
Gambar 4.3. Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow* AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian)



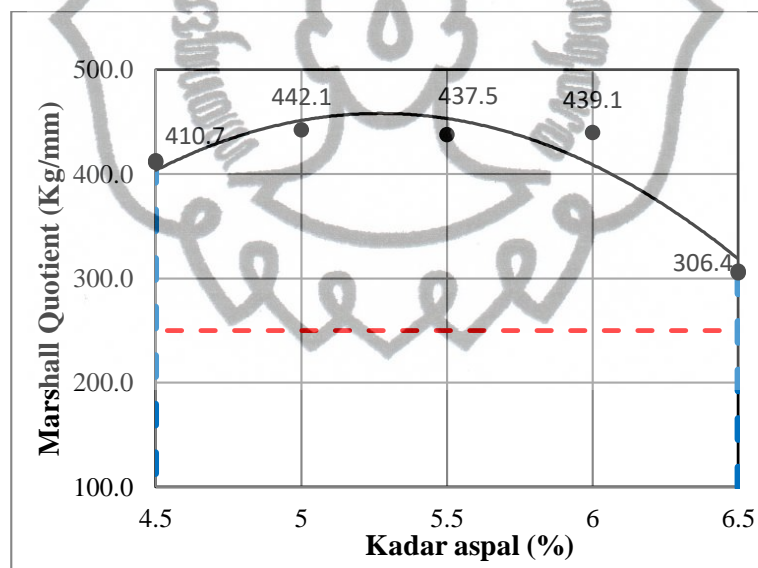
Gambar 4.4. Hubungan Kadar Aspal dengan *VIM* AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian)



Gambar 4.5. Hubungan Kadar Aspal dengan *VMA* AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian)

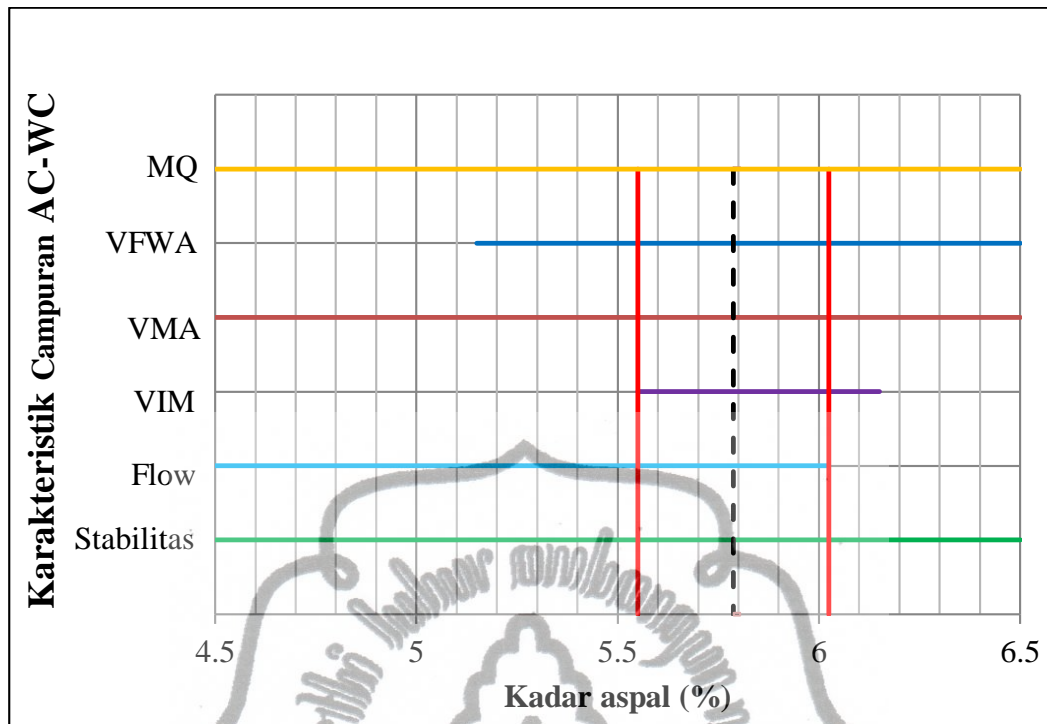


Gambar 4.6. Hubungan Kadar Aspal dengan VFA AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian)



Gambar 4.7. Hubungan Kadar Aspal dengan MQ AC-WC
(Sumber: Hasil Penelitian)

Dari grafik hubungan kadar aspal dengan karakteristik *Marshall* di atas, yaitu: Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4, Gambar 4.5, Gambar 4.6, dan Gambar 4.7, dapat diketahui kadar aspal optimum campuran AC-WC, melalui Gambar 4.8, yaitu $(5,55+6,05)/2 = 5,80\%$.



Gambar 4.8. Kadar Aspal Optimum AC-WC (Sumber: Hasil Penelitian)

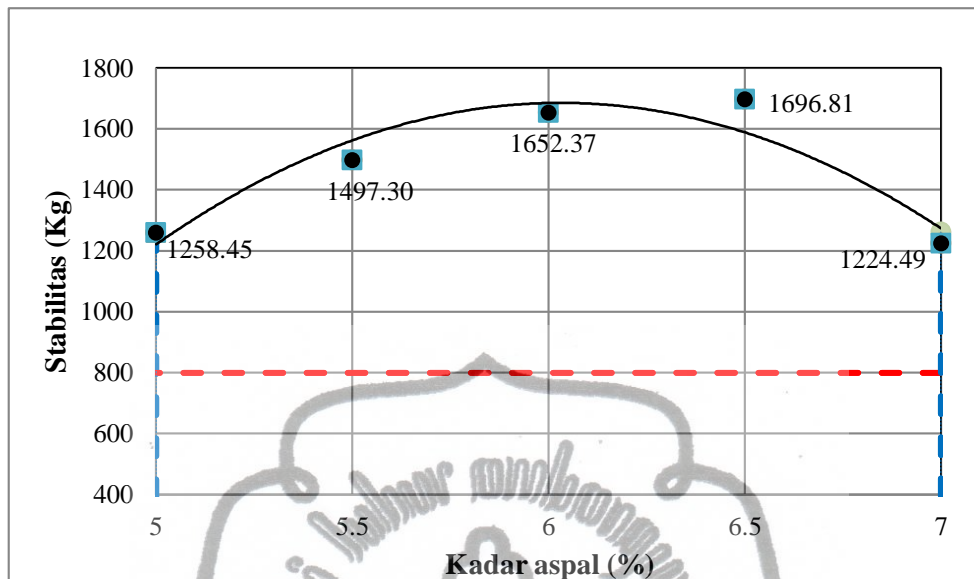
b. Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)

Untuk menentukan kadar aspal optimum campuran aspal *Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC)*, variasi kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%.

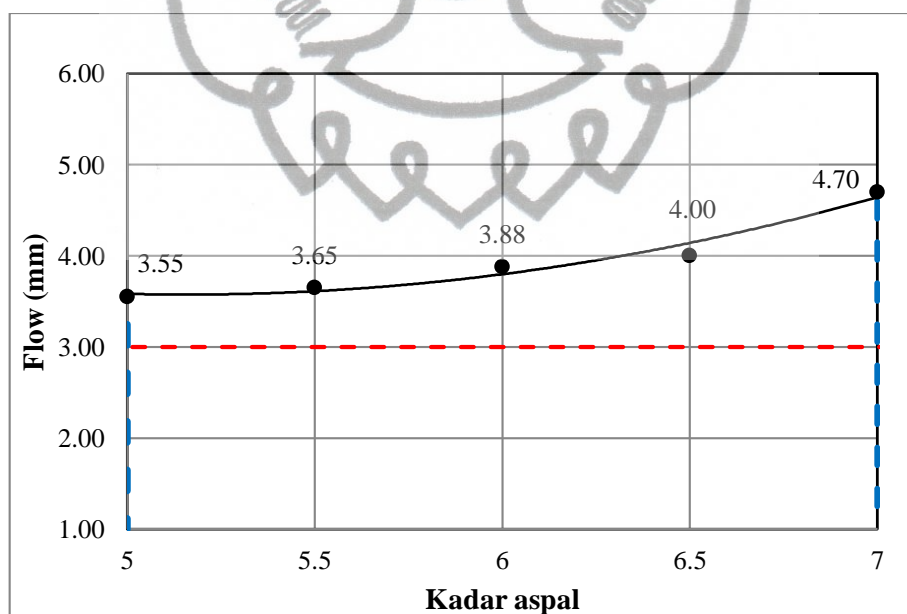
Tabel 4.12. Hasil Pengujian *Marshall HRS-WC*
(Sumber: Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010))

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFWA (%)	MQ (Kg/mm)	Density
Spec	≥ 800	≥ 3	$4 \leq 6$	≥ 18	$\geq 68\%$	≥ 250	-
5,0	1.258,45	3,55	9,70	20,44	52,70	354,92	2,24
5,5	1.497,30	3,65	8,33	20,28	59,02	423,53	2,26
6,0	1.652,37	3,88	5,43	18,85	71,22	434,73	2,31
6,5	1.696,81	4,00	4,75	19,34	75,44	426,97	2,31
7,0	1.224,49	4,70	3,47	19,18	82,00	261,52	2,33

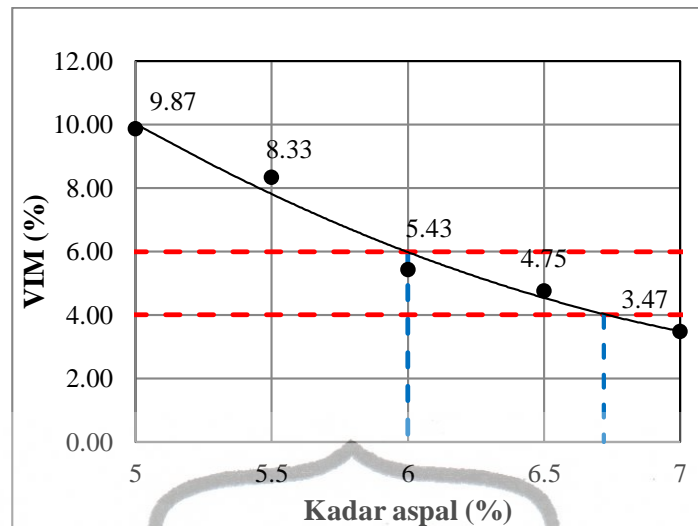
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian sifat-sifat *Marshall* pada pada Tabel 4.12, kemudian dibuat grafik hubungan antara kadar aspal dengan masing-masing sifat *Marshall*.



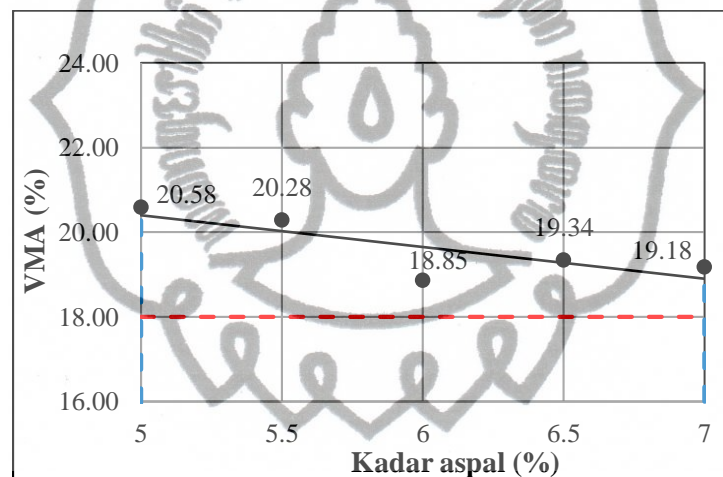
Gambar 4.9. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas *HRS-WC* (Sumber: Hasil Penelitian)



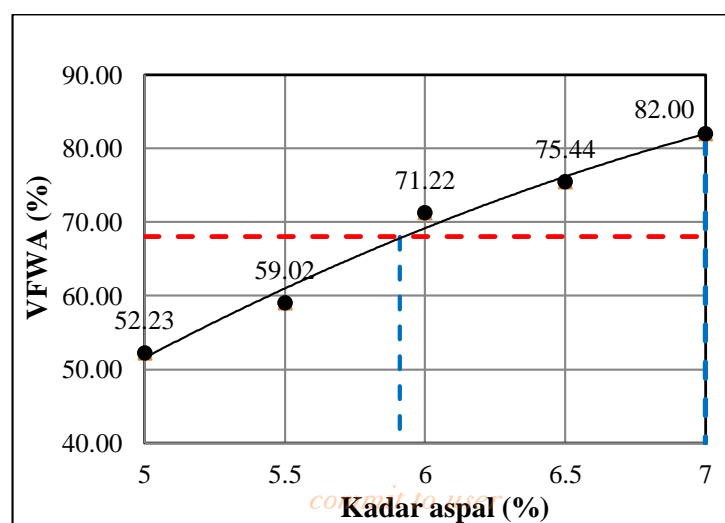
Gambar 4.10. Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow HRS-WC* (Sumber: Hasil Penelitian)



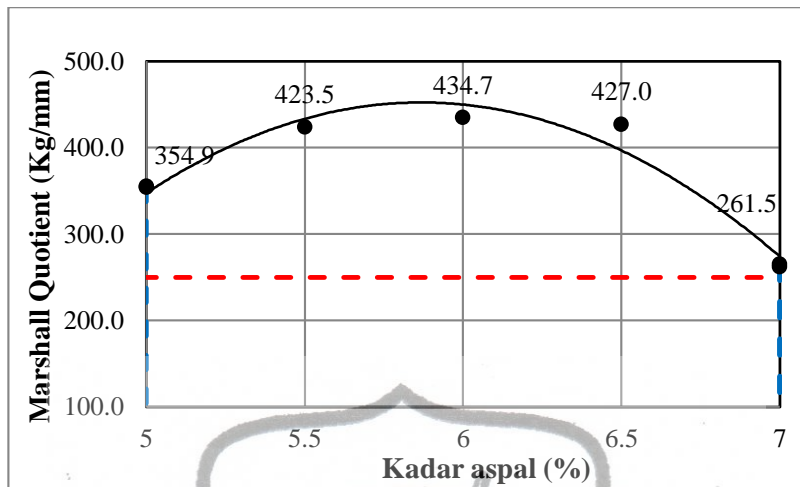
Gambar 4.11. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM HRS-WC (Sumber: Hasil Penelitian)



Gambar 4.12. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA HRS-WC (Sumber: Hasil Penelitian)

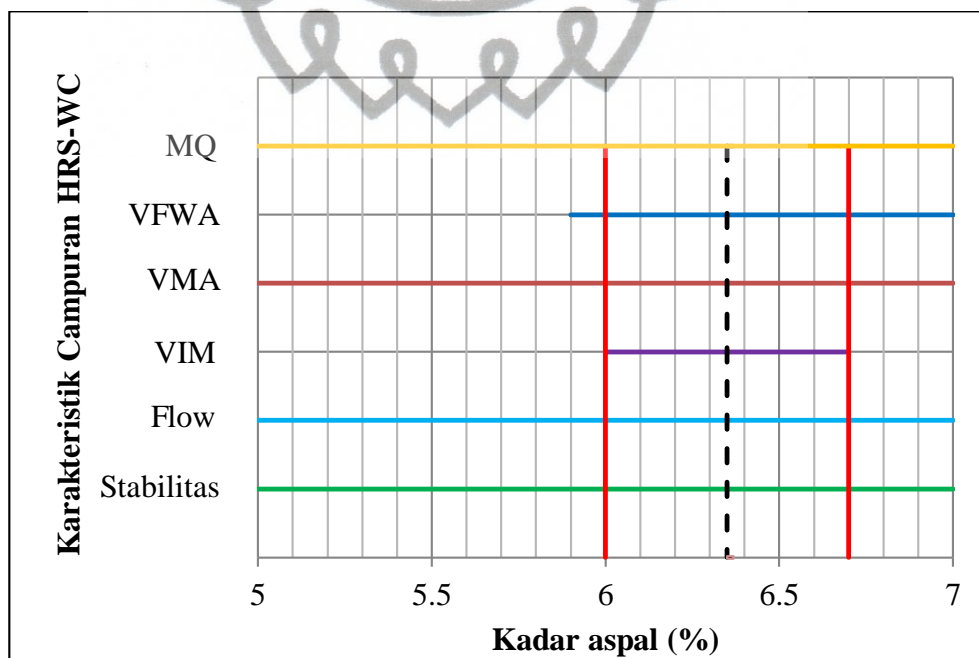


Gambar 4.13. Hubungan Kadar Aspal dengan VFWA HRS-WC (Sumber: Hasil Penelitian)



Gambar 4.14. Hubungan Kadar Aspal dengan *MQ* *HRS-WC* (Sumber: Hasil Penelitian)

Berdasarkan grafik hubungan kadar aspal dengan karakteristik *Marshall* di atas, yaitu: Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, Gambar 4.12, Gambar 4.13, dan Gambar 4.14, dapat diketahui kadar aspal optimum campuran aspal *HRS-WC*, melalui Gambar 4.15 berikut, yaitu $(6,00+6,70)/2 = 6,35\%$.



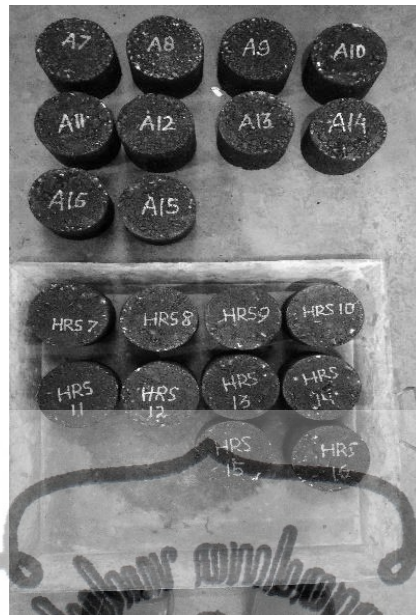
Gambar 4.15. Kadar Aspal Optimum *HRS-WC* (Sumber: Hasil Penelitian)

2. *Marshall Properties* Campuran Aspal

Marshall Properties campuran aspal AC-WC dan HRS-WC adalah karakteristik dari campuran aspal yang harus dipenuhi, sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, yang diperoleh dari pengujian *Marshall*. Benda uji dibuat dengan bentuk silinder dengan ukuran diameter 100 mm dan tinggi 63,5 mm (AASHTO, 2008). Pengujian *Marshall* dapat dilihat pada Gambar 4.16, sementara benda uji yang digunakan untuk pengujian *Marshall* disajikan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.16. Pengujian *Marshall*
(Sumber: Pengamatan di Laboratorium)



Gambar 4.17. Benda Uji untuk Pengujian Marshall
(Sumber: Pengamatan di Laboratorium)

Berdasarkan pada pengujian *Marshall*, pada kadar aspal optimum untuk campuran aspal *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dan *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)*, maka bisa diperoleh volumetrik dan *Marshall Properties* campuran aspal, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13. *Marshall Properties* Campuran Aspal

<i>Marshall Properties</i>	Unit	<i>AC-WC</i>		<i>HRS-WC</i>	
		Spesifikasi	Hasil	Spesifikasi	Hasil
<i>Marshall Stability</i>	Kg	≥ 800	1412,31	≥ 800	1319,51
<i>Flow</i>	mm	$2 \leq 4$	3,57	≥ 3	3,77
<i>Marshall Quotient (MQ)</i>	Kg/mm	≥ 250	402,03	≥ 250	356,37
<i>VIM (Void in the mix)</i>	%	$3 \leq 5$	4,54	$4 \leq 6$	5,46
<i>VMA (Void in mineral aggregate)</i>	%	≥ 14	17,53	≥ 18	19,61
<i>VFWA (Void filled with asphalt)</i>	%	≥ 65	74,14	≥ 68	72,25
<i>Density</i>	gr/cm ³	-	2,32	-	2,30

Sumber: Hasil Penelitian dan Bina Marga (2010)