

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Data yang disajikan pada penelitian ini merupakan hasil pengujian di laboratorium Trie Muktie Pertama Putra Tasikmalaya. Pengujian Marshall mengacu pada Standard Nasional Indonesia (SNI), AASHTO dan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

4.1.1 Hasil Pengujian Material

Data hasil pengujian material yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yang mencakup pemeriksaan agregat kasar, agregat halus, aspal dan *filler* yang dilakukan di laboratorium selama penelitian.

4.1.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Hasil analisis pemeriksaan agregat kasar dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pemeriksaan berat jenis menghasilkan berat jenis *bulk*, berat jenis semu dan berat jenis kering permukaan jenuh.

Tabel 0.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Split 1/2

Notasi	Jenis pengujian	Hasil		Rata – rata	Satuan
		I	II		
A	Berat jenis benda uji kering oven	1508,1	1549,4	-	Gr
B	Berat jenis benda uji permukaan jenuh	1532	1569,3	-	Gr
C	Berat benda uji dalam air	968,9	992,4	-	Gr

D	Berat jenis Bulk (A/B-C)	2,68	2,68	2,68	-
E	Berat jenis kering permukaan jenuh (B/B-C)	2,72	2,72	2,72	-
F	Berat jenis semu (A/A-C)	2,80	2,78	2,79	-
G	Penyerapan (Absorpsi) ((B-A/A)x100)	1,58	1,28	1,43	%

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Split 1/1

Notasi	Jenis pengujian	Hasil		Rata – rata	Satuan
		I	II		
A	Berat jenis benda uji kering oven	1009,1	1029,3	-	Gr
B	Berat jenis benda uji permukaan jenuh	1032,2	1052,4	-	Gr
C	Berat benda uji dalam air	651,7	665,4	-	Gr
D	Berat jenis <i>Bulk</i> (A/B-C)	2,65	2,66	2,655	-
E	Berat jenis kering permukaan jenuh (B/B-C)	2,71	2,72	2,715	-
F	Berat jenis semu (A/A-C)	2,82	2,83	2,825	-
G	Penyerapan (Absorpsi) ((B-A/A)x100)	2,29	2,24	2,265	%

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.3 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus (Abu Batu)

Notasi	Jenis pengujian	Hasil		Rata – rata	Satuan
		I	II		
A	Berat jenis benda uji kering oven	486,5	486,7	-	Gr
B	Berat jenis benda uji permukaan jenuh	500,9	501	-	Gr
C	Berat Piknometer di isi air (25°C)	1384,50	1398,40	-	Gr

D	Berat Piknometer + benda uji (SSD) + air (25°C)	1701,4	1714,7	-	Gr
E	Berat jenis Bulk (A/C+500-D)	2,64	2,64	2,64	-
F	Berat jenis kering permukaan jenuh (500/C+500-D)	2,72	2,71	2,715	-
G	Berat jenis semu (A/C+A-D)	2,87	2,86	2,865	-
H	Penyerapan (Absorpsi) ((500-A/A)x100)	2,96	2,94	2,95	%

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Dari tabel diatas dapat diketahui berat jenis *bulk*, berat jenis semu, berat jenis permukaan jenuh dan penyerapan untuk masing masing agregat dan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 0.4 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis

No	Jenis Pengujian	Nilai Rata – Rata			
		Split ½	Split 1/1	Abu Batu	Filler
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,68	2,655	2,64	3,150
2	Berat Jenis Permukaan Jenuh	2,72	2,715	2,715	3,150
3	Berat Jenis Semu	2,79	2,825	2,865	3,150
4	Penyerapan (Absorpsi) (%)	1,43	2,265	2,95	-

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

2. Hasil Pengujian Kadar Lolos Saringan No. 200

Pengujian menghasilkan data persentase kadar lolos saringan no. 200 untuk agregat halus dan agregat kasar. Hasil pengujian disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 0.5 Hasil Pengujian Kadar Lolos Saringan No. 200 Agregat Kasar

Nomor Contoh		Split 1/2	Split 1/1
Berat Benda Uji Kering Dalam Oven Sebelum Dicuci (Gram)	ω_1	1522,3	1048,4

Berat Benda Uji Kering Dalam Oven Setelah Dicuci (Gram)	ω_2	1514,1	1038,4
Kadar Butir Lolos Ayakan No. 200 (%)	$\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \times 100$	054	0.95

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.6 Hasil Pengujian Kadar Lolos Saringan No. 200 Agregat Halus

Nomor Contoh		Abu Batu
Berat Benda Uji Kering Dalam Oven Sebelum Dicuci (Gram)	ω_1	549
Berat Benda Uji Kering Dalam Oven Setelah Dicuci (Gram)	ω_2	514,9
Kadar Butir Lolos Ayakan No. 200 (%)	$\frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \times 100$	6,21

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

3. Hasil Pengujian Gumpalan Lempung

Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh persen gumpalan lempung dan butir- butir mudah pecah dalam agregat halus maupun kasar, sehingga dapat digunakan oleh perencana dan pelaksana pembangunan. Hasil dari pengujian disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 0.7 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung Split 1/2

Ukuran Ayakan		Gradasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji Sebelum Diuji (gram)	Berat Benda Uji Setelah Diuji (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Kadar Lempung (%)	Kadar Lempung Setelah Dikoreksi (%)
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D = B-C	E=(D/B)*100	F=(A.E)/100
<36,5	36,5						
36,5	19	54,6	3110,2	3098,2	12,0	0,39	0,21
19	9,5	36,6	2086,5	2062,8	23,7	1,14	0,42
9,5	4,75	8,8	500,0	476,1	23,9	4,78	0,42
Total		100,0	5696,7	5637,1			
Jumlah Gumpalan Lempung Dan Butir Pecah Dari Agregat Kasar							1,05
4,75	1,18						

Jumlah Gumpalan Lempung Dan Butir Pecah Dari Agregat Halus		
Total		1,05

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.8 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung Split 1/1

Ukuran Ayakan		Gradasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji Sebelum Diuji (gram)	Berat Benda Uji Setelah Diuji (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Kadar Lempung (%)	Kadar Lempung Setelah Dikoreksi (%)
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D = B-C	E=(D/B)*100	F=(A.E)/100
<36,5	36,5						
36,5	19						
19	9,5	79,9	2025,3	2019,2	6,1	0,30	0,24
9,5	4,75	20,1	508,8	498,4	10,4	2,04	0,41
Total		100,0	2534,1	2517,6			
Jumlah Gumpalan Lempung Dan Butir Pecah Dari Agregat Kasar							0,65
4,75	1,18						
Jumlah Gumpalan Lempung Dan Butir Pecah Dari Agregat Halus							
Total							0,65

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan hasil pengujian, nilai gumpalan lempung Split 1/2 dan 1/1 masing - masing adalah 1,05 dan 0,65. Pengujian gumpalan lempung agregat halus sama saja dengan agregat kasar. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 0.9 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung Abu Batu

Ukuran Ayakan		Gradasi Benda Uji (%)	Berat Benda Uji Sebelum Diuji (gram)	Berat Benda Uji Setelah Diuji (gram)	Kehilangan Berat (gram)	Kadar Lempung (%)	Kadar Lempung Setelah Dikoreksi (%)
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D = B-C	E=(D/B)*100	F=(A.E)/100
<36,5	36,5						
36,5	19						

19	9,5	58,4	2104,3	2096,0	8,3	0,39	0,23
9,5	4,75	27,8	1000,0	993,1	6,9	0,69	0,19
Jumlah Gumpalan Lempung Dan Butir Pecah Dari Agregat Kasar							0,42
4,75	1,18	13,8	500	499,9	0,1	0,02	0,28
Total		100	3604,3				
Jumlah Gumpalan Lempung Dan Butir Pecah Dari Agregat Halus							0,28
Total							0,70

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan hasil pengujian, nilai gumpalan lempung Abu Batu adalah 0,70.

4. Hasil Pengujian Abrasi

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin Los Angeles. Hasil yang didapat dari pengujian ini adalah nilai persentasi abrasi. Pengujian ini hanya menguji agregat kasar. Berikut ini merupakan hasil pengujian abrasi :

Tabel 0.10 Hasil Pengujian Abrasi Agregat Kasar

Gradasi		Nomor Contoh	
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	Split 1/2	Split 1/1
37,5	25		
25	19		
19	12,5	2500,0	
12,5	9,5	2500,0	
9,5	6,3		
6,3	4,75		
Gradasi		Nomor Contoh	
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	Split 1/2	Split 1/1
4,75	2,36		5000,0
Jumlah berat benda uji (gr)	w_1	5000,0	5000,0
Berat benda uji tertahan ayakan no. 12, setelah abrasi (gr)	w_2	3992,5	2742,0
Nilai abrasi benda uji	$\frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$	21,9	25,4

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Hasil dari pengujian menyatakan bahwa nilai abrasi dari split 1/2 dan 1/1 masing – masing adalah 21,9 dan 25,4.

5. Hasil Pengujian Kelekatan Terhadap Aspal

Pengujian kelekatan terhadap aspal menghasilkan nilai persentase kelekatan aspal yang menyelimuti permukaan agregat kasar tersebut. Pengujian ini hanya menguji agregat kasar. Hasil pengujian kelekatan terhadap aspal disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 0.11 Hasil Pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal

Uraian Pengujian	Nomor Contoh	
	Split 1/2	Split 1/1
Luas Permukaan Benda Uji yang masih terselimuti aspal sesudah perendaman selama 16-18 jam (%)	95+	95+

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan hasil pengujian diatas bahwa persentase nilai kelekatan pada agregat memiliki nilai diatas 95%.

6. Pengujian Kepipihan Agregat

Pengujian Kepipihan agregat menghasilkan nilai persentase kepipihan agregat. Pengujian hanya dilakukan untuk material agregat kasar. Hasil pengujian ini disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 0.12 Hasil Pengujian Kepipihan Agregat Kasar Split 1/2

Ukuran Ayakan		Tertahan		Pipih	
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	Berat (gr)	%	Berat (gr)	%
90	75				
75	63				
63	50				
50	38				

Ukuran Ayakan		Tertahan		Pipih	
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	Berat (gr)	%	Berat (gr)	%
38	25				
25	19	3712,7		49,4	1,33
19	12,5	1658,2		18,6	1,12
12,5	9,5	1042,9		10,1	0,97
9,5	< 9,5	507,1		11,2	2,23
Total		6920,9	100,0		5,65

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.13 Hasil Pengujian Kepipihan Agregat Kasar Split 1/1

Ukuran Ayakan		Tertahan		Pipih	
Lolos (mm)	Tertahan (mm)	Berat (gr)	%	Berat (gr)	%
90	75				
75	63				
63	50				
50	38				
38	25				
25	19				
19	12,5				
12,5	9,5	520,6	100,0	46,5	8,93
9,5	< 9,5				
Total		520,6	100,0	46,5	8,93

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

7. Hasil Pengujian Kekekalan Bentuk Agregat

Hasil pengujian kekekalan bentuk agregat berupa persentase nilai kehilangan berat benda uji akibat perendaman dengan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 0.14 Hasil Pengujian Kekekalan Bentuk Agregat Split 1/2

Ukuran Ayakan		Gradasi benda uji (%)	Berat sebelum diuji (gr)	Berat setelah diuji (gr)	Kehilangan berat (gr)	Persentase bahan lolos saringan (%)	Persentase berat benda uji yang hilang (%)
Lolos (mm)	Tertahan (mm)						
		A	B	C	D=B-C	E=(D/B)x100	F=(A.E)/100
50,00	38,10						
38,10	25,00						
25,00	19,00	34,17	1184,30	1158,00	26,30	2,22	0,76

19,00	12,50	29,29	1015,10	997,10	18,00	1,77	0,52
12,50	9,50	21,82	756,40	735,30	21,10	2,79	0,61
9,50	4,75	14,72	510,00	479,20	30,80	6,04	0,89
Total							2,78

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.15 Hasil Pengujian Kekekalan Bentuk Agregat Split 1/1

Ukuran Ayakan		Gradasi benda uji (%)	Berat sebelum diuji (gr)	Berat setelah diuji (gr)	Kehilangan berat (gr)	Persentase bahan lolos saringan (%)	Persentase berat benda uji yang hilang (%)
Lolos (mm)	Tertahan (mm)						
		A	B	C	D=B-C	E=(D/B)x100	F=(A.E)/100
50,00	38,10						
38,10	25,00						
25,00	19,00						
19,00	12,50						
12,50	9,50	61,17	503,40	487,10	16,30	3,24	1,98
9,50	4,75	38,83	319,50	301,39	18,11	5,67	2,20
Total							4,18

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

8. Hasil Pengujian Kadar Rongga dalam Pemadatan

Hasil pengujian kadar rongga dalam pemadatan menghasilkan nilai persentase kadar rongga. Hasil pengujian disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 0.16 Hasil Pengujian Rongga dalam Pemadatan

Uraian	Notaris	Abu Batu
Volume Silinder Mold (ml)	V	100
Berat Silinder Mold (gr)	Bs	247,6
Berat Agregat + Silinder Mold (gr)	Bas	375,2
Berat Agregat (gr)	W = Bas – Bs	127,6
Berat Jenis Bulk	Gsb	2,667
Kadar Rongga Tanpa Pemadatan (%)	$U = \frac{V - (W/Gsb)}{V} \times 100\%$	52,156

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berikut adalah rangkuman hasil dari pengujian agregat :

Tabel 0.17 Hasil pengujian agregat

Jenis Pengujian	Satuan	Standar uji	Hasil Uji		
			Split ½	Split 1/1	Abu Batu
Berat jenis bulk	-	SNI 03-1969 / 1970 - 1990	2,464	2,427	2,652
Berat jenis kering permukaan jenuh	-		2,512	2,497	2,717
Berat Jenis Semu	-		2,589	2,610	2,837
Penyerapan	-		1,939	2,871	2,463
Kekekalan bentuk agregat	%	SNI 3407 : 2008	2,78	4,18	-
Abrasi Agregat	%	SNI 2417:2008	21,9	25,4	-
Partikel pipih dan lonjong	%	ASTM D4791 - 10	5,65	8,93	-
Material lolos ayakan no.200	%	SNI 03-4142-1996	0,69	0,73	4,819
Gumpalan lempung	%	SNI 03-4141-1996	1,05	0,65	0,70
Kelekatan agregat terhadap campuran	%	SNI 2439:2011	95+	95+	-
Rongga dalam pemadatan	-	SNI 03-6877-2002	-	-	52,156

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

4.1.1.2 Hasil Pemeriksaan Aspal

1. Hasil Pengujian Penetrasi Aspal

Pengujian penetrasi bertujuan menentukan besarnya penetrasi aspal dan klasifikasi penetrasi sesuai dengan prosedur pengujian. Maksud dari satuannya adalah angka kedalaman masuknya jarum itu diukur dari permukaan dinyatakan dengan satuan 0,1 mm. Berikut hasil pengujiannya :

Tabel 0.18 Hasil pengujian penetrasi aspal

Nomor Contoh	1	2	3	Satuan
Penetrasi Pengamatan ke 1	64	60	62	0.1mm
Penetrasi Pengamatan ke 2	63	62	62	0.1mm
Penetrasi Pengamatan ke 3	65	63	64	0.1mm
Penetrasi Pengamatan ke 4	62	66	66	0.1mm
Penetrasi Pengamatan ke 5	61	62	64	0.1mm
Rata-rata Penetrasi	63	62.6	63.6	0.1mm
	63.06666667			

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Ket : pengamatan penetrasi pada suhu 25°C, dengan berat jarum + beban 100 gram, selama 5 detik

Berdasarkan hasil pengujian, nilai penetrasinya adalah 63,06 dengan kedalaman masuknya jarum adalah 6,3 mm atau 0,63 cm.

2. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal dan mutu aspal sesuai dengan prosedur pengujian yang digunakan. Berikut adalah hasil pengujian dari berat jenis :

Tabel 0.19 Hasil pengujian berat jenis aspal

Nomor Contoh	Indeks	1	2	3
Berat piknometer (gr)	A	30.25	30.25	30.25
Berat piknometer + air (gr)	B	80.34	80.40	80.36
Berat piknometer + aspal (gr)	C	59.25	60.25	59.95

Berat piknometer + aspal + air (gr)	D	81.20	81.45	81.30
Berat jenis	$(C-A)/((B-A)-(D-C))$	1.030561	1.036269	1.032684
Rata-rata		1.033171731		

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Berdasarkan dari hasil pengujian diatas bahwa nilai berat jenis aspal kerasnya adalah 1,033.

3. Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal

Pengujian titik lembek bertujuan untuk menentukan suhu titik lembek dan mutu aspal keras. Berikut adalah hasil dari pengujiannya :

Tabel 0.20 Hasil pengujian titik lembek aspal

No	Suhu yang diamati (°C)	Waktu (detik)		Suhu titik lembek (°C)	
		1	2		
1	5	7	7		
2	10	72	72		
3	15	94	94		
4	20	99	99		
5	25	134	134		
6	30	196	196		
7	35	306	306		
8	40	410	410		
9	45	520	520		
10	50	563	585	48.4	50.1
Rata-rata Titik Lembek (°C)				49.25	

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Berdasarkan dari hasil pengujian diatas bahwa nilai titik lembeknya adalah 49,2 °C

4. Hasil Pengujian Kehilangan Berat Aspal

Pengujian kehilangan berat bertujuan untuk mengetahui kehilangan minyak pada aspal akibat pemanasan berulang dan untuk mengukur perubahan kinerja aspal akibat kehilangan berat. Berikut adalah hasil dari pengujiannya :

Tabel 0.21 Hasil pengujian kehilangan berat aspal

Uraian	Indeks	Contoh 1	Contoh 2	Satuan
Berat cawan + aspal		50.000	52.000	Gr
Berat cawan kosong		7.400	7.400	Gr
Berat aspal keras	A	42.600	44.600	Gr
Berat sebelum pemanasan	A	42.600	44.600	Gr
Berat sesudah pemanasan	B	42.595	44.596	Gr
Penurunan berat = $(A-B)/A \times 100$		0.011737	0.008969	%
Rata-rata penurunan berat		0.01035285		%

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2020)

Berdasarkan dari hasil pengujian diatas bahwa nilai dari kehilangan berat adalah 0,010 %.

5. Hasil Pengujian Daktilitas Aspal

Pengujian daktilitas ini bertujuan untuk mengetahui nilai keplastisan aspal, dimana apabila aspal yang digunakan nantinya tidak akan retak. Berikut hasil pengujian dari daktilitas aspal :

Tabel 0.22 Hasil pengujian daktilitas aspal

No	Benda uji	Jarak Penampang saat sampel putus (cm)
1	benda uji 1	139
2	benda uji 2	144
3	benda uji 3	143
Rata-rata		142

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Berdasarkan hasil dari pengujian diatas bahwa nilai dari daktilitasnya adalah 142 cm.

6. Hasil Pengujian Titik Nyala Aspal

Pengujian Titik nyala bertujuan untuk melihat suhu pada keadaan nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan aspal. Berikut hasil dari pengujian titik nyala :

Tabel 0.23 Hasil pengujian titik nyala aspal

°C dibawah titik nyala	waktu (detik)	°C	Titik nyala (°C)
56	0	200	
51	6	205	
46	6	210	
41	5	215	

36	10	220	
31	18	225	
26	14	230	
21	36	235	
16	29	240	
11	56	245	
6	38	250	
1	23	255	
	61	260	
	42	265	
	18	270	
	55	275	
	20	280	
	50	285	
	29	290	
	36	295	
	20	300	
	65	305	
	40	310	
	52	315	314
		320	
		325	
		330	

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Ket : titik nyala perkiraan 320°C

Berdasarkan hasil dari pengujian diatas bahwa nilai titik nyalanya adalah 314°C

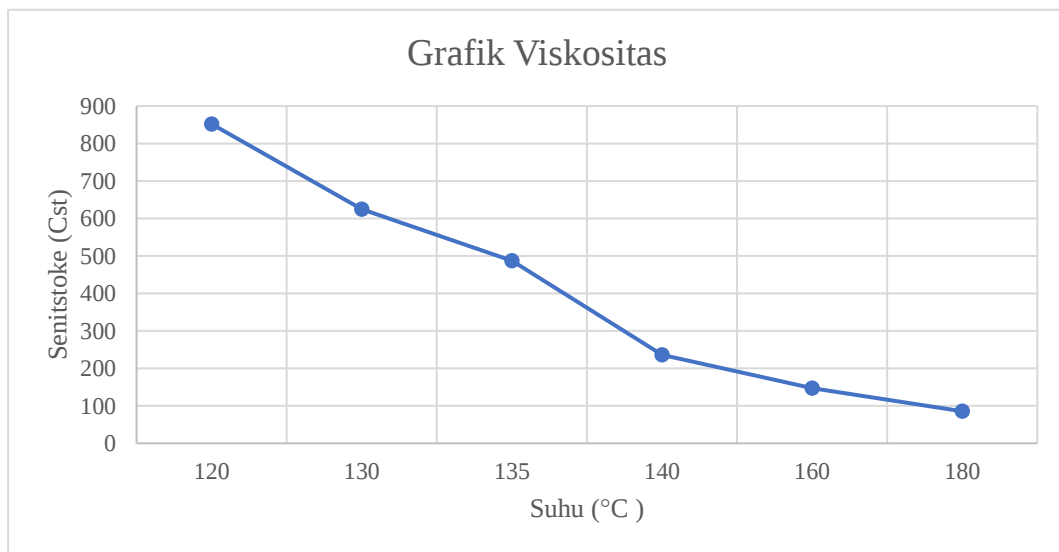
7. Hasil Pengujian Viskositas Aspal

Pengujian Viskositas bertujuan untuk menentukan kekentalan aspal pada suhu 135°C serta menentukan suhu pemadatan dan suhu pencampuran dari campuran beraspal panas.

Tabel 0.24 Hasil pengujian viskositas aspal

Nomor Pengujian	Suhu yang diamati (°C)	Waktu (detik)	Sentistokes (cSt)
1	120	406	852
2	130	295	625
3	135	231	486,7
4	140	113	235,8
5	160	71	147
6	180	42	85,5

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)



Gambar 0.1 Grafik nilai viskositas
Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021

Keterangan : Suhu pencampuran = $170 \text{ cSt} \pm 20 \text{ cSt}$, Suhu pemadatan = $280 \text{ cSt} \pm 20 \text{ cSt}$

Berdasarkan hasil dari penelitian di atas bahwa nilai viskositas kinematis pada 135°C adalah 486,7 cSt. Untuk suhu pencampuran yaitu 150°C dengan nilai 190 cSt dan suhu pemadatan yaitu $134,5^{\circ}\text{C}$ dengan nilai 260 cSt yang didapat dari interpolasi.

Berikut adalah rangkuman hasil dari pengujian aspal pen 60/70 :

Tabel 0.25 Hasil pengujian aspal pen 60/70

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi pada 25°C, 100 gr, 5 detik	SNI 2456:2011	63	60-70	0,1 mm
Berat Jenis Aspal	SNI 2441:2011	1,033	≥ 1	-
Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	49,2	≥ 48	°C
Kehilangan Berat (%)	SNI 06-2441-1991	0,010	$\leq 0,8$	%
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2434:2011	142	≥ 100	Cm
Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	314	≥ 232	°C
Viskositas Kinematis 135 °C (cSt)	ASTM D2170-10	486,7	≥ 300	cSt

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

1.1.1 Hasil Gradasi Agregat

Penentuan gradasi agregat bertujuan untuk mengetahui persentase komposisi agregat yang dipakai dalam pembuatan benda uji. Berikut merupakan hasil pengujian analisa saringan agregat untuk campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) :

Tabel 0.26 Perhitungan persentase lolos kumulatif agregat split 1/2

Ukuran saringan		SAMPEL I		(%) Lolos	SAMPEL II		(%) Lolos	Rata-rata	
mm	Inch	Berat tertahan			Berat tertahan			(%) Lolos	(%) Lolos
		(gr)	(%)		(gr)	(%)			
19.1	3/4"			100			100	100	
12.7	1/2"	1351	62.47	37.53	1473.1	73.24	26.76	32.14	
9.5	3/8"	2093.9	96.82	3.18	1944.6	96.68	3.32	3.25	
4.76	No. 4	2143	99.09	0.91	1996	99.24	0.76	0.83	
2.38	No. 8	2146.4	99.25	0.75	1997	99.29	0.71	0.73	

1.19	No. 16	2146.8	99.27	0.73	1997.2	99.30	0.70	0.72
0.59	No. 30	2147.3	99.29	0.71	1997.4	99.31	0.69	0.70
0.279	No. 50	2147.5	99.31	0.69	1997.4	99.31	0.69	0.69
0.149	No. 100	2148.3	99.34	0.66	1998.2	99.35	0.65	0.66
0.079	No. 200	2148.9	99.37	0.63	1999.3	99.40	0.60	0.62
Berat contoh :		2162.6 gr			2011.3 Gr			

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.27 Perhitungan persentase lolos kumulatif agregat split 1/1

Ukuran saringan		Sampel 1		(%) Lolos	Sampel 2		(%) Lolos	Rata – rata (%) Lolos
mm	Inch	Berat tertahan			Berat tertahan			Lolos
		(gr)	(%)		(gr)	(%)		
19.1	3/4"			100.00			100.00	100.00
12.7	1/2"			100.00			100.00	100.00
9.5	3/8"	223.6	10.79	89.21	220.6	10.82	89.18	89.20
4.76	No. 4	1669.5	80.58	19.42	1624	79.62	20.38	19.90
2.38	No. 8	2022.5	97.62	2.38	2000	98.06	1.94	2.16
1.19	No. 16	2035	98.22	1.78	2004.1	98.26	1.74	1.76
0.59	No. 30	2036.3	98.28	1.72	2005.6	98.33	1.67	1.69
0.279	No. 50	2037.1	98.32	1.68	2006.3	98.37	1.63	1.66
0.149	No. 100	2039.2	98.42	1.58	2008.7	98.47	1.53	1.56
0.079	No. 200	2041.3	98.52	1.48	2011.3	98.61	1.39	1.43
Berat contoh :		2071.9	Gr		2039.6	Gr		

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.28 Perhitungan Persentase lolos kumulatif agregat abu batu

Ukuran saringan		SAMPEL I		(%) Lolos	SAMPEL II		(%) Lolos	Rata – rata (%) Lolos
mm	Inch	Berat tertahan			Berat tertahan			(%) Lolos
		(gr)	(%)		(gr)	(%)		
19.1	3/4"			100.00			100.00	100.00
12.7	1/2"			100.00			100.00	100.00
9.5	3/8"			100.00			100.00	100.00
4.76	No. 4	15.6	1.54	98.46	6.3	0.58	99.42	98.94
2.38	No. 8	186.4	18.37	81.63	229.4	21.06	78.94	80.29
1.19	No. 16	400.8	39.50	60.50	491.4	45.10	54.90	57.70
0.59	No. 30	599.4	59.07	40.93	711.7	65.32	34.68	37.80

0.279	No. 50	745	73.42	26.58	854.7	78.45	21.55	24.07
0.149	No. 100	885.6	87.28	12.72	979	89.86	10.14	11.43
0.079	No. 200	926.4	91.30	8.70	1012.4	92.92	7.08	7.89
Berat contoh :		1014.7 Gr			1089.5 Gr			

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.29 Perhitungan persentase lolos kumulatif filler (Semen)

Ukuran saringan		SAMPEL I		(%) Lolos	SAMPEL II		(%) Lolos	Rata – rata (%) Lolos
mm	inch	Berat tertahan			Berat tertahan			Lolos
		(gr)	(%)		(gr)	(%)		
19.1	3/4"			100.0 0			100.0 0	
12.7	1/2"			100.0 0			100.0 0	
9.5	3/8"			100.0 0			100.0 0	
4.76	No. 4			100.0 0			100.0 0	
2.38	No. 8			100.0 0			100.0 0	
1.19	No. 16			100.0 0			100.0 0	
0.59	No. 30			100.0 0			100.0 0	
0.279	No. 50			100.0 0			100.0 0	
0.149	No. 100			100.0 0			100.0 0	
0.079	No. 200			100.0 0			100.0 0	
Berat contoh :		200.00 gr			200.00 Gr			

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Hasil dari perhitungan persentase lolos kumulatif di atas dapat digabungkan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 0.30 Hasil Analisa Saringan gabungan

Ukuran Saringan	Persentase Kumulatif Agregat Lolos (%)
-----------------	--

Mm	Inch	Split 1/2	Split 1/1	Abu Batu	Filler semen
19.1	$\frac{3}{4}$	100	100.00	100.00	100.00
12.7	$\frac{1}{2}$	32.14	100.00	100.00	100.00
9.4	$\frac{3}{8}$	3.25	89.20	100.00	100.00
4.75	No.4	0.83	19.90	98.94	100.00
2.36	No.8	0.73	2.16	80.29	100.00
1.18	No.16	0.72	1.76	57.70	100.00
0.6	No.30	0.70	1.69	37.80	100.00
0.3	No.50	0.69	1.66	24.07	100.00
0.15	No.100	0.66	1.56	11.43	100.00
0.075	No.200	0.62	1.43	7.89	100.00

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Untuk menentukan gradasi ideal dari masing-masing agregat lolos yang tersedia dilakukan berdasarkan rumus (2.1) dasar dari proses mencampur dua, tiga atau lebih jenis agregat. Berdasarkan rumus (2.1) dapat diperoleh tabel persentase setiap jenis agregat, berikut tabel persentase komposisi agregat dalam campuran.

Tabel 0.31 Persentase komposisi agregat dalam campuran

Agregat	Persentase (%)	Berat (gr)
Split 1/2	13	143
Split 1/1	35	385
Abu batu	47	517
Filler	5	55
Total	100	1100

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

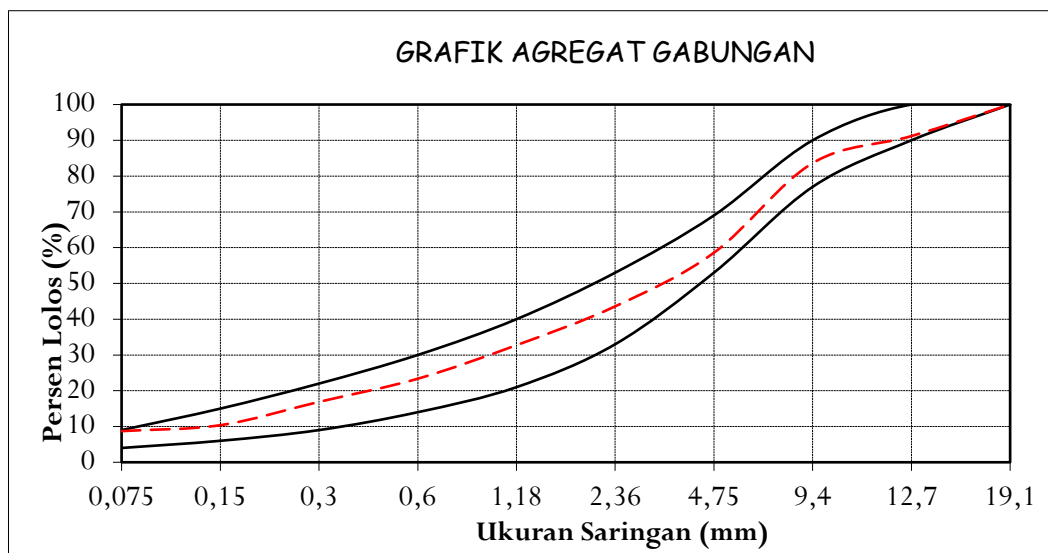
Dari persentase komposisi agregat dalam campuran tersebut didapat gradasi campuran sebagai berikut :

Tabel 0.32 Hasil gradasi campuran

Ukuran Saringan		Spesifikasi
-----------------	--	-------------

Mm	Inch	Gradasi Campuran	
19.1	$\frac{3}{4}$	100	100
12.7	$\frac{1}{2}$	91,18	90 – 100
9.4	$\frac{3}{8}$	83,64	77 – 90
4.75	No.4	58,58	53 – 69
2.36	No.8	43,59	33 – 53
1.18	No.16	32,73	21 – 40
0.6	No.30	23,36	14 – 30
0.3	No.50	16,89	9 – 22
0.15	No.100	10,37	6 – 15
0.075	No.200	8,71	4 – 9

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)



Gambar 0.2 Grafik gradasi agregat ideal
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Dari hasil tersebut diketahui bahwa gradasi campuran sudah masuk kedalam *range* yang disyaratkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

4.1.2 Hasil Perhitungan Kadar Aspal Rencana

Setelah proporsi masing-masing agregat diketahui, maka dilakukan perhitungan kadar aspal optimum perkiraan. Untuk perhitungan kadar aspal rencana sesuai dengan rumus (2.2). Berdasarkan hasil dari gradasi agregat didapat persentase agregat kasar, agregat halus dan *filler* terhadap berat total agregat dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 0.33 Hasil perhitungan persentase agregat terhadap berat total

Persentase Agregat	Agregat Gabungan	Satuan
%CA	58.72	%
%FA	34.83	%
%FF	6.45	%

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Setelah didapat persentase agregat terhadap berat total maka dapat ditentukan kadar aspal rencana untuk masing-masing campuran dengan menggunakan rumus (2.2). Untuk hasil perhitungan disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 0.34 Hasil perhitungan kadar aspal rencana

Persentase Agregat Terhadap Berat Total			Konstanta	Kadar Aspal Rencana (Pb)
%CA	%FA	%FF		
56.41	34.88	8.71	0,5	5,6 $\approx$ 5,5

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Kadar aspal rencana yang diperoleh menjadi acuan variasi kadar aspal untuk mencari kadar aspal optimum. Variasi kadar aspal yang akan dipakai yaitu dengan mengurangi dan menambah persentase kadar aspal rencana sebanyak 0,5% (4,5%, 5,0%, Pb, 6,0%, 6,5%).

4.1.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Aspal Rencana dengan Metode *Marshall*

Berdasarkan hasil perhitungan kadar aspal rencana didapat nilai $P_b = 5,5$ untuk kedua variasi campuran dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%. Masing - masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji dengan berat total satu buah benda uji ± 1100 gram. Pengujian dengan metode *marshall* akan diketahui nilai-nilai dari karakteristik *marshall* untuk mengetahui kadar aspal optimum suatu campuran. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Tabel 0.35 Hasil pengujian marshall

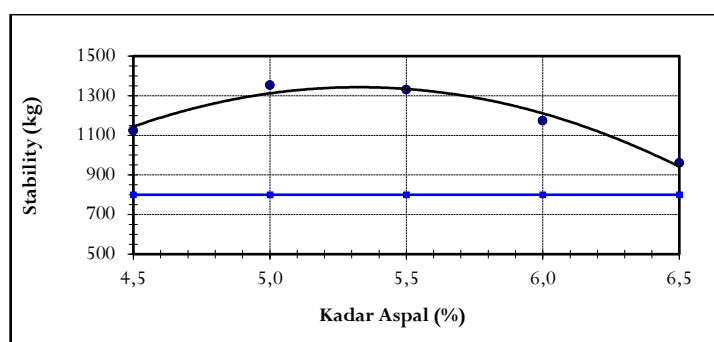
Kadar Aspal (%)	Benda Uji	Berat Jenis Bulk	Berat Jenis Maks	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	VIM PRD (%)
4,5	1	2,262	2.397	1121	2,25	18,75	5,51	70,65	3,76
	2	2,262		1093	2,29				
	3	2,271		1158	2,21				
	Rata - rata	2,265		1124	2,25				
5	1	2,316	2.417	1433	2,43	18,03	4,94	72,59	3,11
	2	2,287		1246	2,12				
	3	2,289		1381	2,53				
	Rata - rata	2,297		1353	2,36				
5,5	1	2,351	2.445	1391	2,50	16,90	4,25	74,86	2,51
	2	2,276		1679	2,46				
	3	2,397		922	2,49				
	Rata - rata	2,341		1331	2,48				

6	1	2,313	2.406	1368	3,04	17,92	3,39	81,06	1,88
	2	2,333		1206	3,02				
	3	2,329		948	3,01				
	Rata-rata	2,325		1174	3,02				
6,5	1	2,317	2.389	1008	3,82	18,52	2,87	84,50	1,49
	2	2,308		867	3,80				
	3	2,335		1008	3,83				
	Rata-rata	2,320		961	3,82				

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

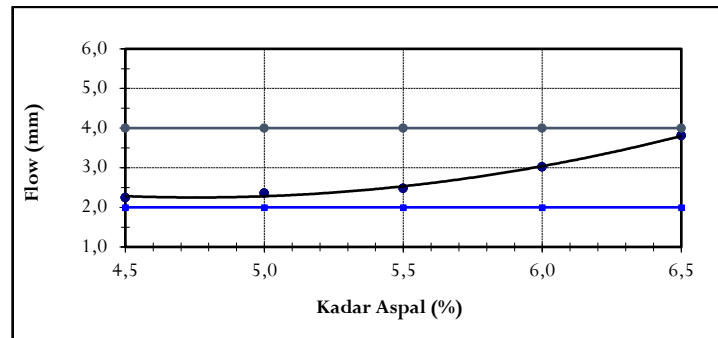
Dari tabel di atas dapat dibuat grafik gabungan untuk setiap nilai-nilai yang menentukan kadar aspal optimum. Grafik disajikan sebagai berikut.

a. Stabilitas



Gambar 0.3 Grafik stabilitas laston (AC-WC)
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

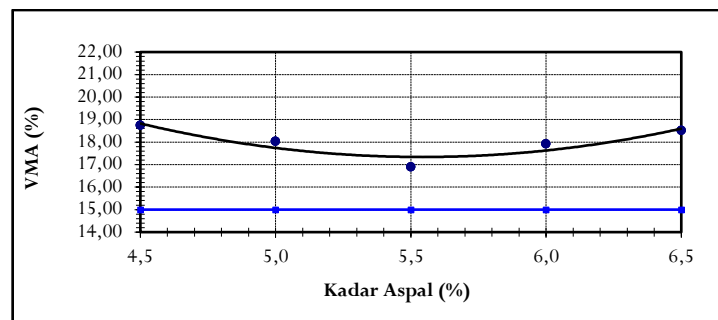
Stabilitas dari campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) yang diizinkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 adalah minimal 800 Kg. Secara umum stabilitas pada pengujian ini masuk pada spesifikasi yang disyaratkan. Variasi campuran memiliki nilai stabilitas paling tinggi 1353 Kg di variasi kadar aspal rencana 5%, dan paling rendah 961 Kg di variasi kadar aspal rencana 6,5%.

b. Kelelehan (*flow*)

Gambar 0.4 Grafik kelelehan laston (AC-WC)
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Kelelehan (*Flow*) dari campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) yang diizinkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 adalah minimal 2 mm dan maksimal 4 mm. Variasi campuran memiliki nilai *flow* dengan nilai paling tinggi 3,82 mm pada variasi kadar aspal rencana 6,5% dan nilai terendah 2,25 mm pada variasi kadar aspal rencana 4,5%.

c. VMA

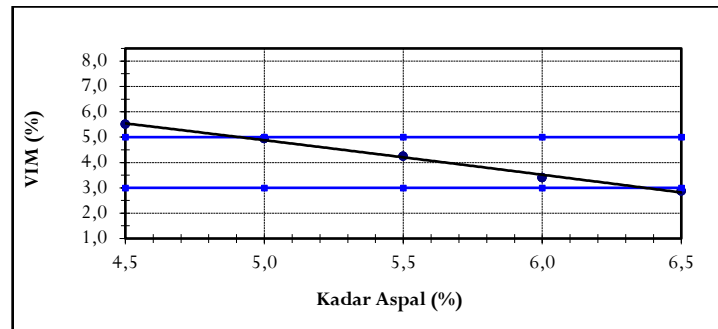


Gambar 0.5 Grafik VMA laston (AC-WC)
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Voids in Mineral Aggregate (Rongga dalam agregat) dari campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) yang diizinkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 adalah minimal 15%. Variasi campuran memiliki nilai paling tinggi 18,75%

pada variasi kadar aspal rencana 4,5% dan nilai terendah 16,90% pada variasi kadar aspal rencana 5,5%.

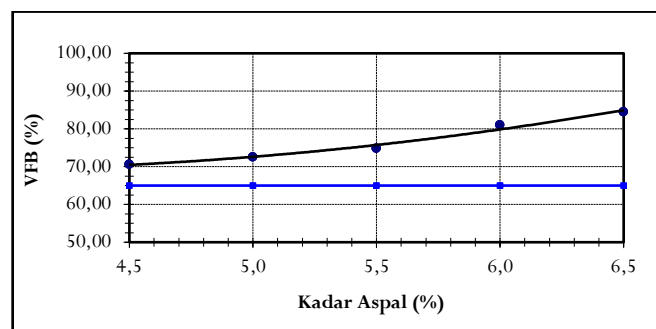
d. VIM



Gambar 0.6 Grafik VIM laston (AC-WC)
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Voids in Mix (Rongga dalam campuran) dari campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) yang diizinkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 adalah minimal 3% dan maksimal 5%. Variasi campuran memiliki nilai paling tinggi 5,51% pada variasi kadar aspal rencana 4,5% dan nilai terendah 2,87% pada variasi kadar aspal rencana 6,5%.

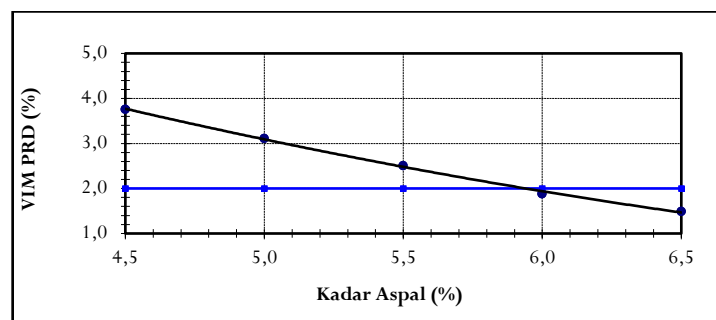
e. VFB



Gambar 0.7 Grafik VFB laston (AC-WC)
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Voids With Bitumen (Rongga terisi aspal) dari campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) yang diizinkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 adalah minimal 65%. Variasi campuran memiliki nilai paling tinggi 84,5% pada variasi kadar aspal rencana 6,5% dan nilai terendah 70,65% pada variasi kadar aspal rencana 4,5%.

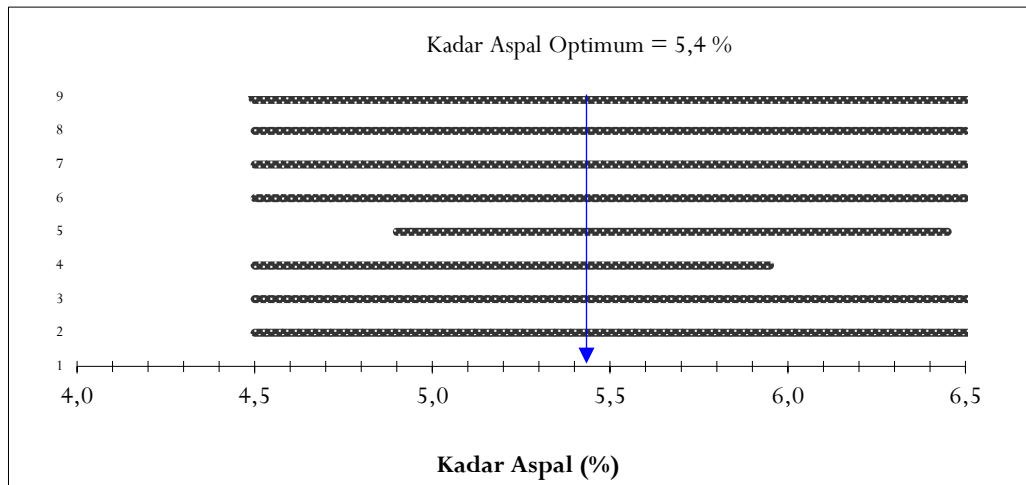
f. VIM PRD



Gambar 0.8 Grafik VIM PRD laston (AC-WC)
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Voids in Mix (Rongga dalam campuran) *PRD* dari campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) yang diizinkan menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 adalah minimal 2%. Variasi campuran memiliki nilai paling tinggi 3,76% pada variasi kadar aspal rencana 4,5% dan nilai terendah 1,49 % pada variasi kadar aspal rencana 6,5%.

Setelah mendapatkan nilai-nilai dari karakteristik *marshall* selanjutnya menentukan kadar aspal optimum dengan menggunakan metode *barchart* gabungan yang disajikan dalam grafik di bawah ini.



Gambar 0.9 Grafik Kadar Aspal Optimum
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Dari grafik di atas menunjukkan kadar aspal optimum adalah 5,4%. Setelah mendapatkan kadar aspal optimum, selanjutnya melakukan pengujian metode *marshall* dengan 5 variasi suhu tumbukan yaitu 120°, 140°, 160°, 180°, 200°.

4.1.4 Hasil pemeriksaan KAO variasi suhu tumbukan

mengetahui nilai-nilai karakteristik *marshall* dari 5 variasi tersebut dan tiap variasi terdapat 3 benda uji. Data yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

Tabel 0.36 Hasil pengujian marshall kadar aspal optimum (120°)

Kadar Aspal (%)	Benda Uji	Berat jenis Bulk	Stabilitas (Kg)	Kelelehan (mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	VIM PRD (%)
Kadar Aspal Optimum								
5,40	1	2,331	812	2,10	16,55	3,95	76,14	3.50
	2	2,330	880	2,60				
	3	2,384	951	2.0				

	Rata – rata	2,349	881	2,35				
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa								
5,40	1	2,344	837	2,20	16,62	4,03	75,75	3.50
	2	2,323	812	2,50				
	3	2,373	922	2,10				
	Rata – rata	2,347	857	2,27				
Stabilitas Sisa (%)		97,32						

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.37 Hasil pengujian marshall kadar aspal optimum (140°)

Kadar Aspal (%)	Benda Uji	Berat jenis Bulk	Stabilitas (Kg)	Kelelehan (mm)	VMA (%)	VIM (%)		VFB (%)	VIM PRD (%)
	Kadar Aspal Optimum								
5,40	1	2,382	1022	3,10	15,95	3,26		79,57	2,45
	2	2,363	1008	3,30					
	3	2,351	979	3,20					
	Rata – rata	2,365	1003	3,20					
	Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa								
5,40	1	2,384	1008	3,30	15,90	3,20		79,89	2,45
	2	2,362	979	3,00					
	3	2,355	951	3,40					
	Rata – rata	2,367	979	3,23					
Stabilitas Sisa (%)			97,64						

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.38 Hasil pengujian marshall kadar aspal optimum (160°)

Kadar Aspal (%)	Benda Uji	Berat jenis Bulk	Stabilitas (Kg)	Kelelehan (mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	VIM PRD (%)
Kadar Aspal Optimum								
5,40	1	2,377	1276	3,70	15,88	3,18	79,97	2,04
	2	2,377	1232	3,60				
	3	2,348	1206	3,90				
	Rata – rata	2,367	1238	3,73				

Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa									
5,40	1	2,379	1202	3,90	15,86	3,16	80,10		2,04
	2	2,374	1135	3,80					
	3	2,351	1192	3,70					
	Rata – rata	2,368	1177	3,80					
Stabilitas Sisa (%)		95,02							

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.39 Hasil pengujian marshall kadar aspal optimum (180°)

Kadar Aspal (%)	Benda Uji	Berat jenis Bulk	Stabilitas (Kg)	Kelelehan (mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	VIM PRD (%)
Kadar Aspal Optimum								
5,40	1	2,411	710	4,04	14,89	2,04	86,32	2,89
	2	2,381	738	4,19				
	3	2,394	816	4,02				
	Rata – rata	2,395	755	4,08				
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa								
5,40	1	2,411	695	4,30	14,89	2,04	86,31	2,89
	2	2,376	738	4,01				
	3	2,399	757	4,28				
	Rata – rata	2,395	730	4,20				
Stabilitas Sisa (%)		96,75						

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Tabel 0.40 Hasil pengujian marshall kadar aspal optimum (200°)

Kadar Aspal (%)	Benda Uji	Berat jenis Bulk	Stabilitas (Kg)	Kelelehan (mm)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	VIM PRD (%)
Kadar Aspal Optimum								
5,40	1	2,377	712	4,21	14,79	1,92	86,99	1,99
	2	2,432	790	4,30				
	3	2,384	727	4,53				

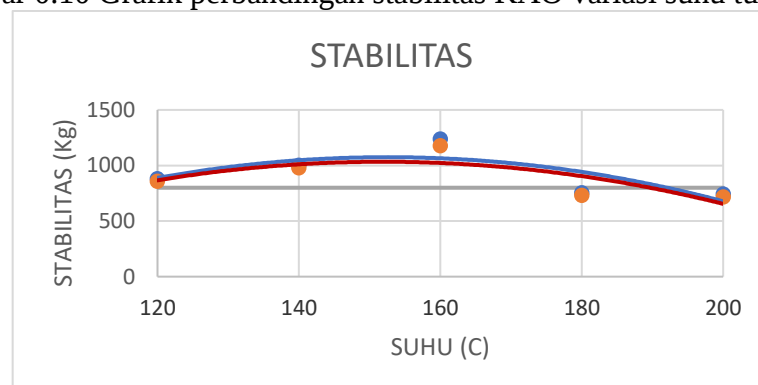
	Rata – rata	2,398	743	4,35				
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa								
5,40	1	2,390	695	4,53	14,70	1,82	87,59	1,99
	2	2,415	772	4,21				
	3	2,397	681	4,69				
	Rata – rata	2,400	716	4,48				
Stabilitas Sisa (%)		96,34						

(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

4.2 Pembahasan dan Hasil Pengujian *Marshall*.

Nilai stabilitas pada kadar aspal optimum campuran beraspal panas tipe Laston (AC-WC) dengan 5 variasi suhu tumbukan disajikan dalam grafik berikut :

Gambar 0.10 Grafik perbandingan stabilitas KAO variasi suhu tumbukan



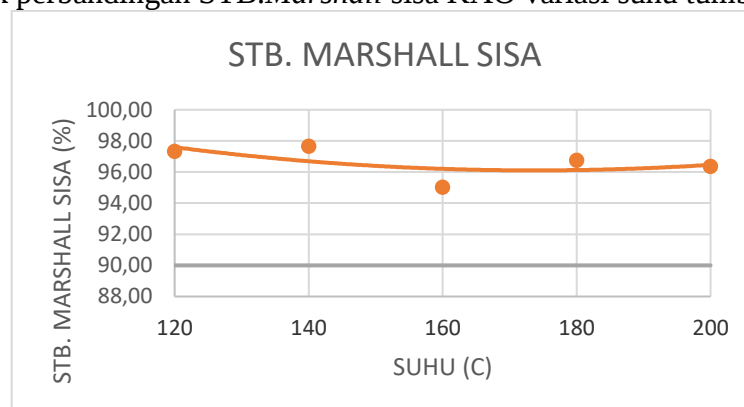
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan grafik tersebut, terdapat perbedaan nilai stabilitas campuran beraspal panas setiap variasi nya nilai tertinggi stabilitas pada suhu 160° yaitu 1238 Kg dengan masa perendaman 30 menit dan 1177 Kg pada masa perendaman 24 jam. Nilai Stabilitas dengan variasi suhu 160° memiliki nilai lebih tinggi dari pada variasi lainnya. Spesifikasi untuk nilai stabilitas yang diijinkan adalah minimal 800

Kg. Dilihat dari spesifikasi nilai stabilitas, ada 2 variasi suhu yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada suhu 180° dan 200°.

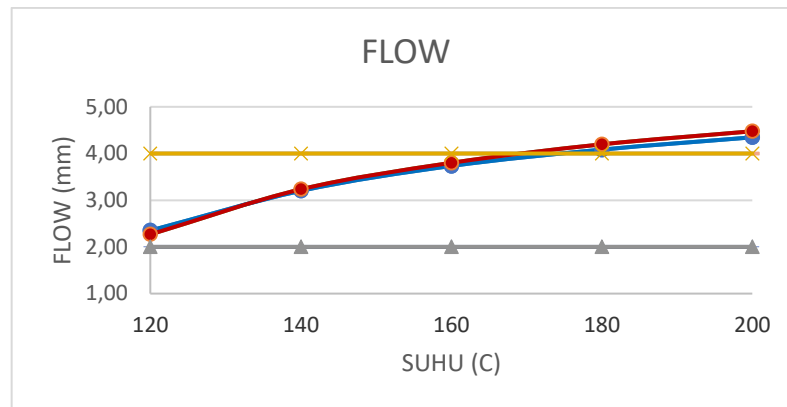
Selanjutnya ada stabilitas *marshall* sisa, untuk nilai spesifikasi dari stabilitas *marshall* sisa yang diijinkan adalah minimal 90%. Jika dilihat dari spesifikasi stabilitas *Marshall* sisa semua variasi suhu tersebut memenuhi spesifikasi.

4.11 Grafik perbandingan STB.*Marshall* sisa KAO variasi suhu tumbukan



(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

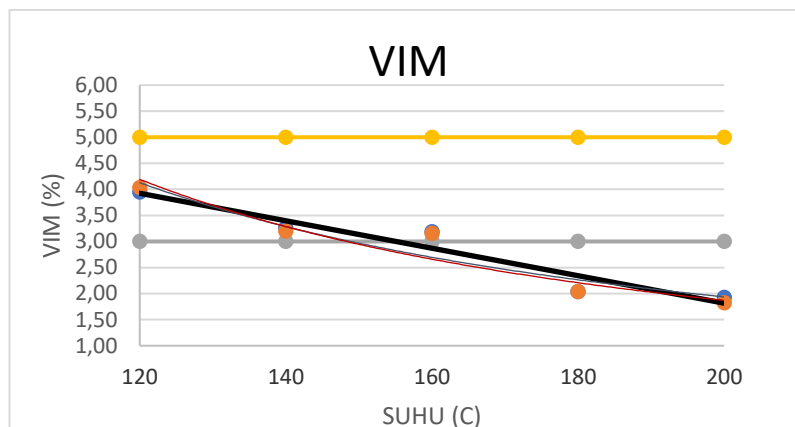
Dari hasil penelitian di atas dapat diketahui bahwa pada variasi suhu awal yaitu 120°, stabilitas memenuhi spesifikasi sampai suhu 160°. Kemudian mengalami penurunan di suhu 180° 200° dan tidak memenuhi spesifikasi, Dari penelitian ini menjelaskan bahwa batas titik bakar pada suhu tumbukan adalah 160°. Penurunan nilai stabilitas ini terjadi karena pengaruh semakin tinggi nya C° pada tumbukan campuran membuat ikatan antara agregat berkurang yang dapat menyebabkan hilangnya adhesi (gaya tarik menarik antar partikel yang berbeda jenisnya).



Gambar 0.12 Grafik perbandingan flow KAO variasi suhu tumbukan
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan grafik tersebut, terdapat perbedaan nilai *flow* antara variasi suhu tumbukan. Nilai *flow* terendah berada di suhu 120°, yaitu 2,35 mm untuk perendaman 30 menit dan 2,27 mm untuk perendaman 24 jam. Sedangkan untuk nilai terbesar berada di suhu 200°, yaitu 4,35 mm untuk perendaman 30 menit dan 4,48 mm untuk perendaman 24 jam. Spesifikasi nilai *flow* yang diijinkan adalah minimal 2 mm dan maksimal 4 mm. Dilihat dari spesifikasi yang tidak diijinkan ada 2 variasi yaitu 180° dan 200°.

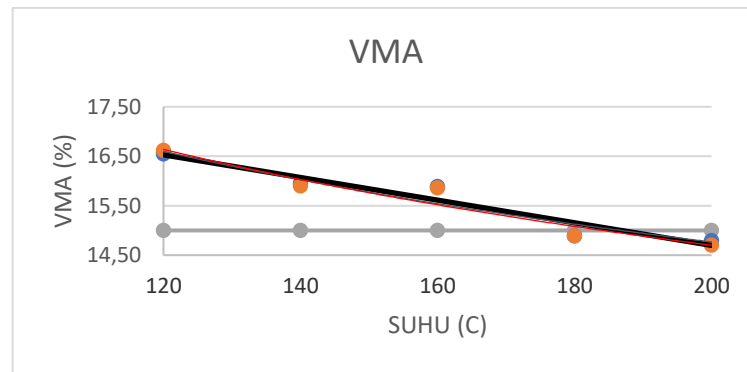
Flow merupakan perubahan bentuk akibat suatu beban yang berhubungan dengan stabilitas, jika dilihat dari grafik diatas terjadi peningkatan terhadap flow dikarenakan semakin rendah nilai stabilitas maka semakin tinggi flownya begitu juga sebaliknya. Nilai *flow* pada campuran Laston (AC-WC) memiliki range 2 – 4 mm yang artinya apabila nilai *flow* kurang dari 2 mm akan mengalami retak / alur karena kurangnya *fleksibilitas* (kelenturan) pada campuran dan apabila nilai flow lebih dari 4 mm maka akan mengalami kerusakan pada perkerasan dengan sangat cepat karena nilai stabilitas yang sangat rendah.



Gambar 0.13 Grafik perbandingan VIM KAO variasi suhu tumbukan
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan grafik tersebut, terdapat perbedaan nilai VIM antara variasi suhu tumbukan. Nilai VIM terendah berada di suhu 200°, yaitu 1,92% untuk perendaman 30 menit dan 1,82% untuk perendaman 24 jam. Sedangkan untuk nilai terbesar berada di suhu 120°, yaitu 3,95% untuk perendaman 30 menit dan 4,03% untuk perendaman 24 jam. Spesifikasi nilai VIM yang diijinkan adalah minimal 3% dan maksimal 5%. Dilihat dari spesifikasi yang tidak diijinkan ada 2 variasi yaitu 180° dan 200°.

Rongga didalam campuran (VIM) adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat yang diselimuti aspal. Semakin kecil nilai VIM akan menimbulkan *bleeding*, campuran aspal akan semakin kedap terhadap air sehingga udara tidak dapat masuk kedalam lapisan beraspal, hal ini menyebabkan aspal menjadi rapuh dan getas. Semakin besar nilai VIM akan menimbulkan kelelahan lebih cepat.



Gambar 0.14 Grafik perbandingan VMA KAO variasi suhu tumbukan
(Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2021)

Berdasarkan grafik tersebut, terdapat perbedaan nilai VMA campuran beraspal panas setiap variasi nya, nilai tertinggi VMA pada suhu 120° yaitu 16,55% dengan masa perendaman 30 menit dan 16,62% pada masa perendaman 24 jam. Nilai terendah VMA pada suhu 200° yaitu 14,79% pada masa perendaman 30 menit dan 14,70% pada masa perendaman 24 jam. Spesifikasi nilai VMA yang diijinkan adalah minimal 15%. Dilihat dari spesifikasi yang tidak diijinkan ada 2 variasi yaitu 180° dan 200°.

Volume pori dalam agregat campuran (VMA) banyaknya pori diantara butir – butir campuran beraspal panas. Nilai VMA yang kecil menyebabkan aspal yang menyelimuti agregat terbatas, sehingga terjadinya kerusakan, dan nilai VMA yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi *fleksible*.

Dari semua grafik diatas dapat disimpulkan bahwan dalam suhu pemadatan lebih dari 160° tidak memenuhi spesifikasi. Untuk suhu pemadatan berada di 120°-160° yang memenuhi spesifikasi.