

UJI RANCANGAN JMF CAMPURAN AC-WC MENGUNAKAN MARSHALL TEST DAN REFLUKS EXTRACTOR

Rofi Budi Hamduwibawa¹⁾, Adhitya Surya Manggala²⁾, Arif Wahyu Nurillah³⁾
^{1,2,3)}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : rofi.hamduwibawa@unmuhjember.ac.id

Abstract

The level of asphalt is a significant factor to consider. The levels of asphalt used in paved mixtures serve as a basis for good performance production to a maximum life of road service. The study used tangible concrete mixed taral-the wearing course (latrines) that would be tested to reflux extractors in comparison with the Marshall's so that it would be known to match the levels of asphalt in the solution. Research USES materials from amps in jember county. Afterward, a mixed design takes into account the proportion of other ingredients. The next activity in which objects were developed was used by JMF (job mix formula), which would be tested at optimum asphalt, by way of a Marshall test and testing through a reflux. Research shows that the Marshall test results have been found that at tar 4.5% - 7.0% vma value, stability, density, output for Marshall, and flow meets the specs. For the value of asphalt level effective only 4.5% of asphalt does not meet specs. Vfa only levels of asphalt 6.0% - 7.0% meet the specs. For a vim score only 7.0% of asphalt meets the specs. Testing for extraction level asphalt with external refluxes, extracts obtained obtained multiple extractions with JMF tarips still meet the specification of + -0.3% tolerance based on 2018 general specs.

Keywords: Marshall test, Reflux Extractor, asphalt content

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar jalan yang ada di Indonesia menggunakan lapis perkerasan campuran aspal panas (*hot mix*). Campuran aspal yang merupakan produk dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) adalah campuran aspal panas yang terdiri dari lapisan aspal pasir dan latasir (*sand sheet*), lapis tipis aspal beton (lataston), dan lapis aspal beton (laston), semua menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Kadar aspal merupakan salah satu faktor yang sangat penting diperhatikan untuk mencapai umur maksimum pelayanan jalan (Sukirman, 2003).

Kadar aspal yang baik dalam suatu campuran aspal panas adalah kadar aspal yang memenuhi parameter *Marshall*, yaitu *Void In Mix* (VIM), *Void In Material Aggregate* (VMA), *Void Filled With Bitumen* (VFB), *stabilitas*, *flow* dan *Marshall Quotien* (MQ). Kadar aspal yang terbaik dan memenuhi parameter *Marshall* disebut dengan Kadar Aspal Optimum (KAO). Kadar aspal optimum ini tertuang dalam *dokumen Job Mix Formula* (JMF) yang menjadi pedoman operator AMP untuk memproduksi campuran aspal panas sesuai dengan dokumen kontrak (Dirjen Bina Marga, 2014).

Hilangnya kadar aspal menjadi permasalahan bagi pelaksana pekerjaan, dimana kadar aspal yang di produksi berbeda dengan *Job Mix Formula*.

Sehingga perlu dilakukan pengujian ekstraksi, sehingga dapat diketahui apakah kadar aspal dalam campuran sesuai dengan kadar aspal optimum yang telah direncanakan.

Terdapat dua metode yang sering digunakan dalam pengujian kadar aspal, yaitu *sentrifuge* dan *reflux*. Metode *sentrifuge* memisahkan campuran dengan cara mengaduk larutan dan benda uji secara mekanis dan waktu pengujian relatif lebih cepat. Pada metode *reflux* memisahkan campuran dengan cara penguapan pelarut dan membutuhkan waktu pengujian yang relatif lebih lama. Metode *Sentrifuge* merupakan metode yang paling umum digunakan. Hal ini dikarenakan kemudahannya dalam cara penggunaannya serta waktu yang dibutuhkan juga tergolong singkat. Namun ada sedikit kekurangan pada tingkat ketelitian hasil ekstraksi, dimana rata-rata nilai kadar aspal hasil ekstraksi lebih jauh daripada kadar aspal asli. Sedangkan pada Metode *Reflux*, cara penggunaan sedikit rumit dan membutuhkan waktu ekstraksi yang tergolong lama, tetapi hasil ekstraksinya lebih mendekati kadar aspal sesungguhnya.

Berdasarkan penjelasan dari dua metode di atas, maka dalam penelitian ini digunakan alat *Reflux Extractor* untuk dibandingkan dengan alat *Marshall* guna mengetahui kesesuaian kadar aspal dalam campuran dengan kadar aspal yang telah

direncanakan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakanaspal campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

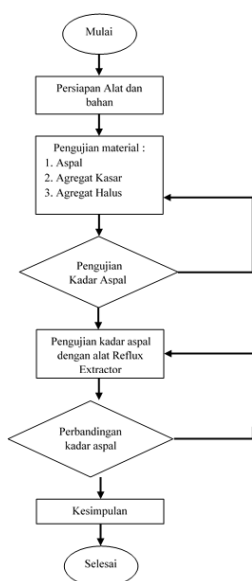
A. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mulai dari pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian dilakukan di LaboratoriumTransportasi Progam Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

B. Langkah Kerja Penelitian

Diawali dengan Kegiatan mencari, mengumpulkan, dan mempelajari referensi yang mendukung penelitian, selanjutnya yaitu Pengambilan Material dan Data yang menunjang penelitian dari AMP yang ada di Kabupaten Jember, alat yang digunakan berasal dari Laboratorium Transportasi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember. Yang digunakan untuk melakukanPengujian Material sehingga Rancangan Campuran (*Mix Design*) bisa ditentukan untuk menghasilkan Benda Uji sesuai JMF (*Job MixFormula*) yang nantinya akan di uji kadar aspal optimumnya menggunakan Pengujian Marshall test dan alat *Reflux*. Hasil pengujian kemudian dianalisa dan dibahas untuk diambilKesimpulan dan Saran

C. Bagan Alur Penelitian



Gambar 1. Alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Material

Sebagai langkah awal dilakukan pengambilan

material yang digunakan dalam penelitian ini, dimana material diambil dari beberapa AMP yang ada di kabupaten Jember. Yaitu untuk aspal cair diambil dari AMP Bumi Karya Utama yang berada di Garahan, Untuk CA dan MA diambil dari PT. Majers AMP yang berada di Arjasa, untuk FA dan Abu batu diambil dari PT. sunan Muria AMP yang berada di Kranjangan, dan untuk semen (*Filler*) yang digunakan adalah Semen Gresik.

1. Analisa Ayakan Agregat Kasar CA

Dari pengujian analisa ayakan padaagregat kasar CA didapatkan hasil seperti tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat kasar CA

NO. AYA KAN	Ukuran Saringan (mm)	Berat Masing" tertahan (gr)	Berat Jumlah Tertahan (gr)	Prosentase jml tertahan (%)	Prosentase jml lolos (%)
3/4	19	0	0	0	100,00
1/2	12,5	0	0	0	100,00
3/8	9,5	699,5	699,5	69,95	30,05
4	4,75	278,5	978	97,8	2,20
8	2,36	1,5	979,5	97,95	2,05
16	1,18	0,2	979,7	97,97	2,03
30	0,6	0,5	980,2	98,02	1,98
50	0,3	1	981,2	98,12	1,88
100	0,15	2,5	983,7	98,37	1,63
200	0,075	4	987,7	98,77	1,23

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

Dari hasil pengujian analisa ayakanagregat kasar CA mendapatkan nilai 100 % pada ayakan no. 3/4, 100 % pada ayakan no. 1/2, 30,05 % pada ayakan no. 3/8, 2,20 % pada ayakan no. 4, 2,05 % pada ayakan no. 8, 2,03 % pada ayakan no. 16, 1,98 % pada ayakanno. 30, 1,88 % pada ayakan no. 50, 1,63 % pada ayakan no. 100, dan 1,23 % pada ayakanno. 200.

2. Analisa Ayakan Agregat Kasar MA

Dari hasil pengujian analisa ayakanagregat kasar MA didapatkan hasil seperti tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Kasar MA

NO. AYA KAN	Ukuran Saringan (mm)	Berat Masing" tertahan (gr)	Berat Jumlah Tertahan (gr)	Prosentase jml tertahan (%)	Prosentase jml lolos (%)
3/4	19	0	0	0	100
1/2	12,5	3,1	3,1	0,31	99,69
3/8	9,5	35,9	39	3,9	96,10
4	4,75	598,6	637,6	63,76	36,24
8	2,36	249,3	886,9	88,69	11,31
16	1,18	14,2	901,1	90,11	9,89
30	0,6	0	901,1	90,11	9,89
50	0,3	0	901,1	90,11	9,89
100	0,15	0	901,1	90,11	9,89
200	0,075	0	901,1	90,11	9,89

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

Dari hasil pengujian analisa ayakan agregat kasar MA mendapatkan nilai 100 % pada ayakan no. 3/4, 96,69 % pada ayakan no. 1/2, 96,10 % pada ayakan no. 3/8, 36,24 % pada ayakan no. 4, 11,31 % pada ayakan no.8, 9,89 % pada

ayakan no. 16, 9,89 % pada ayakan no. 30, 9,89 % pada ayakan no. 50, 9,89 % pada ayakan no. 100, dan 9,89 % pada ayakan no. 200.

3. Analisa Ayakan Agregat Halus FA

Dari hasil pengujian analisa ayakan agregat halus FA mendapatkan hasil seperti tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus FA

NO. AYA KAN	Ukuran Saringan (mm)	Berat Masing" tertahan (gr)	Berat Jumlah Tertahan (gr)	Prosentase jml tertahan (%)	Prosentase jml lolos (%)
3/4	19	0	0	0	100,00
1/2	12,5	0	0	0	100,00
3/8	9,5	2,7	2,7	0,54	99,46
4	4,75	15,7	18,4	3,68	96,32
8	2,36	78,6	97	19,4	80,60
16	1,18	118,5	215,5	43,1	56,90
30	0,6	89,3	304,8	60,96	39,04
50	0,3	58,9	363,7	72,74	27,26
100	0,15	66,6	430,3	86,06	13,94
200	0,075	40,3	470,6	94,12	5,88

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

Dari hasil pengujian analisa ayakan agregat halus FA mendapatkan nilai 100 % pada ayakan no. 3/4, 100 % pada ayakan no. 1/2, 99,46 % pada ayakan no. 3/8, 96,32 % pada ayakan no. 4, 80,60 % pada ayakan no.8, 56,90 % pada ayakan no. 16, 39,04 % pada ayakan no. 30, 27,26 % pada ayakan no. 50, 13,94 % pada ayakan no. 100, dan 5,88 % pada ayakan no. 200.

4. Analisa Saringan Halus Abu Batu

Dari hasil pengujian analisa ayakan agregat halus abu batu mendapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian Analisa Ayakan Agregat Halus Abu Batu

NO. AYA KAN	Ukuran Saringan (mm)	Berat Masing" tertahan (gr)	Berat Jumlah Tertahan (gr)	Prosentase jml tertahan (%)	Prosentase jml lolos (%)
3/4	19	0	0	0	100,00
1/2	12,5	0	0	0	100,00
3/8	9,5	0	0	0	100,00
4	4,75	0	0	0	100,00
8	2,36	74,8	74,8	14,96	85,04
16	1,18	95,7	170,5	34,1	65,90
30	0,6	94,2	264,7	52,94	47,06
50	0,3	74	338,7	67,74	32,26
100	0,15	83,2	421,9	84,38	15,62
200	0,075	42,9	464,8	92,96	7,04

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

Dari hasil pengujian analisa ayakan agregat halus abu batu mendapatkan nilai 100 % pada ayakan no. 3/4, 100 % pada ayakan

Jenis Pengujian	Percobaan
Berat benda uji kering oven (Bk)	gram 995,6
Berat uji kering permukaan jenuh (Bj)	gram 1018,0
Berat benda uji dalam air (Ba)	gram 582,0
Berat Jenis (Bulk Specific Gravity) = $Bk / Bj - Ba$	2,3
Berat Kering Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry) = $Bj / Bj - Ba$	2,3
Berat Jenis Semu (Aparent Specific Gravity) = $Bk / Bk - Ba$	2,4
Penyerapan = $Bj - Bk / Bk \times 100\%$	2,2

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

a. Perhitungan hasil pengujian berat jenis

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan nilai berat jenis curah (*bulk specific gravity*) untuk agregat kasar yaitu 2,7 gram/cm³ dan 2,3 gram/cm³. Dan rata-rata berat jenis curah (*bulk specific gravity*) agregat kasar adalah sebesar 2,5 gram/cm³. Jadi untuk hasil pengujian berat jenis curah (*bulk spesific gravity*) sudah memenuhi persyaratan sesuai no. 1/2, 100 % pada ayakan no. 3/8, 100 % pada ayakan no. 4, 85,04 % pada ayakan no. 8, 65,90 % pada ayakan no. 16, 47,06 % pada ayakan no. 30, 32,26 % pada ayakan no. 50, 15,62 % pada ayakan no. 100, dan 7,04 % pada ayakan no. 200.

5. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (CA dan MA)

Dari hasil pengujian berat jenis didapatkan hasil seperti tabel berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar CA

Jenis Pengujian	Percobaan
Berat benda uji kering oven (Bk)	gram 998,0
Berat uji kering permukaan jenuh (Bj)	gram 1020,8
Berat benda uji dalam air (Ba)	gram 649,0
Berat Jenis (Bulk Specific Gravity) = $Bk / Bj - Ba$	2,7
Berat Kering Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry) = $Bj / Bj - Ba$	2,7
Berat Jenis Semu (Aparent Specific Gravity) = $Bk / Bk - Ba$	2,9
Penyerapan = $Bj - Bk / Bk \times 100\%$	2,3

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

B. Pengujian Campuran Aspal Dengan Metode Marshall Test

1. Hasil Pengujian Campuran Aspal Beda Uji Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai stabilitas dan *flow* seperti dibawah ini :

Tabel 6. Hasil Pengujian *Marshall*

Nomor bend a uji	Kadar aspal	Diameter	Rata-rata	Tinggi	Rata-rata	Rata-rata	Angka korelasi	Berat kering	Rata-rata	Berat jenuh	Rata-rata	Berat dalam air	Rata-rata	Hasil uji marshall				Angka korelasi
	(%)													(cm)	(cm)	(cm)	(cm ³)	
1,1	4,5%	10,10	10,10	6,80	6,70	545,02	0,93	1186,5	1187,00	1207,6	1210,36	680,4	679,95	327	339,67	125,00	118,33	45,10
1,2	4,5%	10,10		6,60				1185,0		1205,1		678,2		358		132,00		
1,3	4,5%	10,10		6,70				1189,5		1218,3		681,3		334		98,00		
2,1	5,0%	10,10	10,10	6,60	6,67	528,99	0,96	1185,5	1186,50	1203,9	1208,74	683,8	681,69	385	352,67	140,00	121,67	45,11
2,2	5,0%	10,10		6,70				1191,0		1215,3		681,9		362		112,00		
2,3	5,0%	10,10		6,70				1183,0		1207,1		679,3		311		113,00		
3,1	5,5%	10,10	10,10	6,70	6,70	537,01	0,93	1196,5	1193,17	1211,5	1213,96	686,1	678,47	335	376,33	110,00	97,00	45,18
3,2	5,5%	10,10		6,70				1196,0		1218,4		678,7		417		90,00		
3,3	5,5%	10,10		6,70				1187,0		1212,0		670,6		377		91,00		
4,1	6,0%	10,10	10,10	6,50	6,70	520,98	1,00	1181,5	1191,00	1193,6	1206,44	677,5	681,85	351	337,67	117,00	100,67	45,12
4,2	6,0%	10,10		6,90				1199,0		1213,5		686,0		302		91,00		
4,3	6,0%	10,10		6,70				1192,5		1212,2		682,0		360		94,00		
5,1	6,5%	10,10	10,10	6,80	6,77	545,02	0,93	1179,0	1192,50	1201,8	1207,78	667,0	678,36	328	337,33	72,00	101,00	45,12
5,2	6,5%	10,10		6,70				1198,5		1209,4		683,0		326		108,00		
5,3	6,5%	10,10		6,80				1200,0		1212,2		685,2		358		123,00		
6,1	7,0%	10,10	10,10	6,50	6,63	520,98	1,00	1200,0	1194,83	1206,8	1203,72	685,6	676,91	426	374,67	119,00	105,33	45,12
6,2	7,0%	10,10		6,70				1188,0		1200,6		670,5		383		87,00		
6,3	7,0%	10,10		6,70				1196,5		1203,8		674,6		315		110,00		

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

Dari hasil pengujian *Marshall* menunjukkan bahwa nilai stabilitas dan *flow* dari masing- masing kadar aspal menghasilkan nilai yang berbeda-beda.

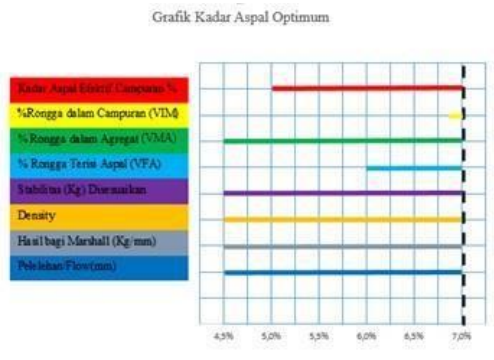
2. Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall*

Rekapitulasi hasil dari pengujian *Marshall* seperti tabel dibawah ini :

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengujian *Marshall*

Kadar Aspal (%)	Kadar Aspal Efektif Campuran (%)	% Rongga dalam Campuran (VIM)	% Rongga Dalam Agregat (VMA)	% Rongga Terisi Aspal (VFA)	Stabilitas (Kg) Disesuaikan	% Rongga dalam Campuran pada kepadatan membal (Density)	Hasil bagi Marshall (kg/mm)	Pelehan/Flow (mm)
4,5%	3,64%	9,25%	17,40%	46,83%	4963,66	2,24	1461,33	3,40
5,0%	4,15%	8,05%	17,39%	53,73%	5269,16	2,25	1494,09	3,53
5,5%	4,66%	8,33%	18,71%	55,48%	4075,45	2,23	1082,94	3,76
6,0%	5,17%	5,92%	17,66%	66,46%	4542,35	2,27	1345,22	3,38
6,5%	5,68%	6,00%	18,78%	68,08%	4238,34	2,25	1256,42	3,37
7,0%	6,19%	4,67%	18,70%	75,01%	4752,39	2,27	1268,43	3,75
SPEK	>4	3,00 - 5,00	Min. 15%	Min. 65%	Min. 800	Min. 2,00	Min. 250	2,00 - 4,00

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)



Gambar 2. Grafik Kadar Aspal Optimum(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

Dari tabel rekapitulasi hasil pengujian *Marshall* pada kondisi kadar aspal perkiraan menunjukkan bahwa nilai karakteristik dari masing-masing campuran aspal yang menggunakan kadar aspal dengan rentang 4,5% - 7,0% menghasilkan yang nilai berbeda-beda. Nilai tersebut memenuhi dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Dan pada grafik rekapitulasi hasil pengujian telah diketahui bahwa pada kadar aspal 4,5% - 7,0% nilai VMA, Stabilitas, *Density*, Hasil bagi *marshall*, dan *flow* memenuhi spesifikasi. Untuk nilai VFA hanya kadar aspal 6,0% - 7,0% yang memenuhi spesifikasi. Untuk nilai VIM hanya kadar aspal 7,0% yang memenuhi spesifikasi. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa kadar aspal 7,0% semua persyaratan terpenuhi.

C. Hasil Analisa Karakteristik Pengujian *Marshall*

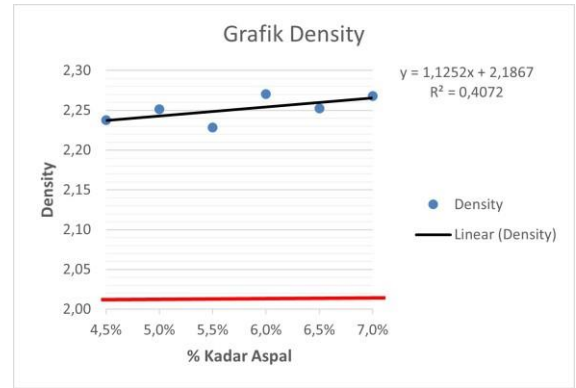
Berdasarkan hasil dari pengujian *marshall test* didapatkan nilai karakteristik yang berbeda-beda. Analisa karakteristik campuran lapis aspal beton (*Laston*) AC-WC dengan semen sebagai *Filler* pada kondisi kadar aspal optimum berdasarkan uji *marshall*.

1. Hubungan Kepadatan (*Density*) dengan Variasi Kadar Aspal

Tabel 8. Karakteristik *Density*

No.	Variasi Kadar Aspal (%)	Density (gr/cc)
1	4,5%	2,24
2	5,0%	2,25
3	5,5%	2,23
4	6,0%	2,27
5	6,5%	2,25
6	7,0%	2,27

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)



Gambar 3. Grafik Hubungan Kepadatan (*Density*) dengan Variasi Kadar Aspal (Sumber : Hasil Pengolahan)

Kepadatan (*density*) adalah perbandingan antara massa benda terhadap volumenya. Nilai kepadatan campuran lapis aspal beton (*Laston*) AC-WC ini dengan nilai kadar aspal yang berbeda.

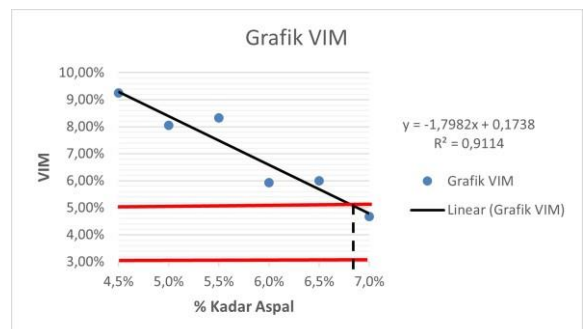
2. Hubungan VIM (*Void In Mixture*) dengan Variasi Kadar Aspal

VIM (*Void In Mixture*) adalah persentase rongga udara dalam campuran antara agregat dan aspal setelah dilakukan pemadatan.

Tabel 9. Hasil Karakteristik VIM (*Void In Mixture*)

No.	Variasi Kadar Aspal (%)	Density (gr/cc)
1	4,5%	2,24
2	5,0%	2,25
3	5,5%	2,23
4	6,0%	2,27
5	6,5%	2,25
6	7,0%	2,27

(Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)



Gambar 4. Grafik Hubungan VIM (*Void In Mix*) dengan Variasi Kadar Aspal (Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2023)

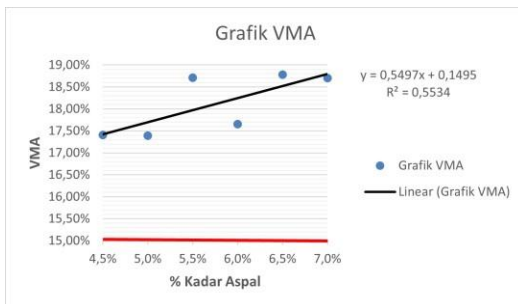
Nilai VIM yang kecil atau lebih kecil dari 3% menyebabkan campuran akan bersifat kedap air dan akan mengakibatkan keluarnya aspal ke permukaan yang pada akhirnya akan mengalami kerusakan yaitu alur plastis dangelombang. Dan sebaliknya jika nilai VIM yang besar atau lebih dari 5% akan mengakibatkan retak dini, pelepasan butir (*revelling*), dan pengelupasan (*stripping*).

3. Hubungan VMA (*Void In Mineral Aggregate*) dengan Variasi Kadar Aspal VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) adalah jumlah kandungan rongga dalam campuran termasuk kadar aspal efektif dan dihitung terhadap volume total benda uji.

Tabel 10. Hasil Karakteristik VMA (*Void In Mineral Aggregate*).

No.	Variasi Kadar Aspal (%)	VMA (%)
1	4,5%	17,40%
2	5,0%	17,39%
3	5,5%	18,71%
4	6,0%	17,66%
5	6,5%	18,78%
6	7,0%	18,70%

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)



Gambar 5. Grafik Hubungan VMA (*Void In Mineral Aggregate*) dengan Variasi Kadar Aspal

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Nilai VMA yang terlalu kecil atau kurang dari 15% dapat menyebabkan lapisan aspal yang dapat menyelimuti agregat menjadi tipis dan mudah teroksidasi, dan sebaliknya akan menyebabkan *bleeding*.

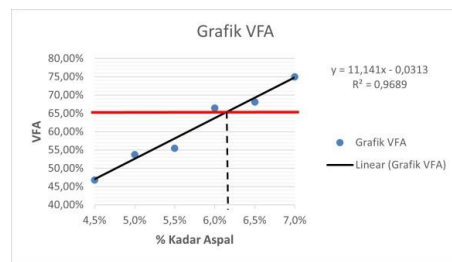
4. Hubungan VFA (*Void Filled With Asphalt*) dengan Variasi Kadar Aspal VFA (*Void Filled With Asphalt*) adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal atau volume selimut aspal atau rongga terisi aspal.

Tabel 11. Hasil Karakteristik VFA (*Void Filled With Asphalt*)

No.	Variasi Kadar Aspal (%)	VFA (%)
1	4,5%	46,83%
2	5,0%	53,73%
3	5,5%	55,48%
4	6,0%	66,46%
5	6,5%	68,08%
6	7,0%	75,01%

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Gambar 6. Grafik Hubungan VFA (*Void Filled With Asphalt*) dengan Variasi Kadar Aspal



(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Nilai VFA dipengaruhi oleh persentase kadar aspal, dan berat jenis, serta penyerapan agregat. Apabila nilai karakteristik VFA besarmaka akan banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran aspal terhadap udara dan air menjadi lebih tinggi. Hal ini disebabkan aspal yang berjumlah besar apabila menerima beban yang berat dan panas akan mencari rongga yang kosong. Jika rongga yang tersedia sedikit dan semua telah terisi, aspal akan naik ke permukaan yang kemudian terjadi *bleeding*.

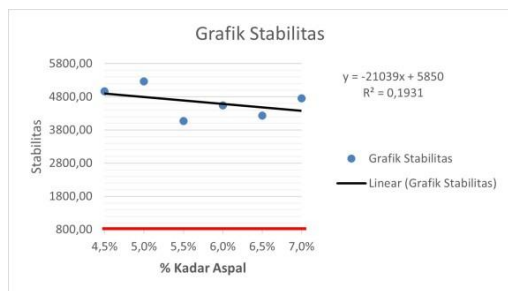
5. Hubungan Stabilitas *Marshall* dengan Variasi Kadar Aspal

Stabilitas adalah maksimum beban yang dapat ditahan oleh campuran beraspal hingga terjadi runtuh. Kemampuan saling mengunci antar agregat (*interlocking*) merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas tersebut, sehingga mengakibatkan ikatannya semakin kuat yang pada akhirnya akan meningkatkan nilai Stabilitas.

Tabel 12. Hasil Karakteristik Stabilitas

No.	Variasi Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)
1	4,5%	4963,66
2	5,0%	5269,16
3	5,5%	4075,45
4	6,0%	4542,35
5	6,5%	4238,34
6	7,0%	4752,39

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)



Gambar 7. Grafik Hubungan Stabilitas Marshall dengan Variasi Kadar Aspal (Sumber : Pengolahan Data, 2023)

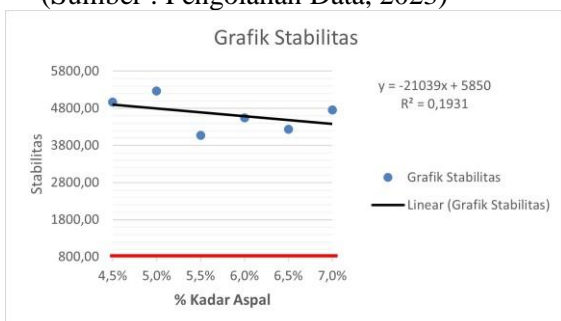
6. Hubungan Flow dengan Variasi Kadar Aspal

Flow atau kelelahan plastis merupakan besaran deformasi yang terjadi sebelum terjadi keruntuhan. Faktor-faktor yang menentukan tinggi rendahnya nilai kelelahan (*flow*) antar lain komposisi agregat, berat jenis, dan penyerapan agregat serta kadar aspal dalam campuran.

Tabel 13. Hasil Karakteristik Flow

No.	Variasi Kadar Aspal (%)	Flow (mm)
1	4,5%	3,40
2	5,0%	3,53
3	5,5%	3,76
4	6,0%	3,38
5	6,5%	3,37
6	7,0%	3,75

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)



Gambar 8. Grafik Hubungan Flow dengan Variasi Kadar Aspal (Sumber : Pengolahan Data, 2023)

D. Pengujian Campuran Aspal Dengan Metode Reflux Extractor

Dari hasil pengujian ekstraksi campuran aspal menggunakan alat *Reflux Extractor* didapatkan nilai yang berbeda dengan JMF (*Job Mix Formula*).

Tabel 14. Hasil Pengujian Ekstraksi Menggunakan Alat *Reflux Extractor*

Uraian	Satuan	4,50 %	5,00 %	5,50 %	6,00 %	6,50 %	7,00 %
Rangka+kertas saring+benda uji	gr	834	837	834	837	837	834
Rangka+kertas saring	gr	334	337	334	337	337	334
Berat benda uji (W1)	gr	500	500	500	500	500	500
Berat benda uji (W1)	gr	500	500	500	500	500	500
Berat air (W2)	gr	0	0	0	0	0	0
Berat benda uji kering	gr	500	500	500	500	500	500
Rangka+kertas saring+agregat	gr	812	812	804	805,5	804	797
Rangka+kertas saring	gr	334	337	334	337	337	334
Berat agregat Hasil Ekstraksi (W3)	gr	478	475	470	468,5	467	463
Kertas saring+mineral	gr	5	5,4	7,5	5,5	5,5	5,38
Kertas saring	gr	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Berat mineral (W4)	gr	0,5	0,9	3	1	1	0,88
Berat agregat Hasil Ekstraksi (W3)	gr	478	475	470	468,5	467	463
Berat mineral (W4)	gr	0,5	0,9	3	1	1	0,88
Berat total agregat	gr	478,5	475,9	473	469,5	468	463,88
Berat benda uji kering	gr	500	500	500	500	500	500
Berat total agregat	gr	478,	475,	473	469,	468	463,

		5	9	5	88
Berat aspal	gr	21,5	24,1	27	30,5
Kadar aspal = $\frac{(W1-W2)-(W3+W4)}{(W1-W2)} \times 100\%$		4,30	4,82	5,40	6,10
					6,40
					7,22

(Sumber : Hasil Pengujian, 2023)

nilai toleransi $\pm 0,3$ % berdasarkan Spesifikasi Umum 2018.

4. KESIMPULAN

Dari hasil uji ekstraksi diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa perbandingan kadar aspal mengalami pertambahan pada kadar aspal 6,0% dan 7,0%, dan untuk kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,5% mengalami pengurangan. Selisih pada masing-masing kadar aspal yaitu selisih 0,20% untuk kadar aspal 4,5%, selisih 0,18% untuk kadar aspal 5,0%, selisih 0,10% untuk kadar aspal 5,5% dan 6,5%, selisih -0,10% untuk kadar aspal 6,0%, dan selisih -0,22% untuk kadar aspal 7,0%. Dalam hal ini hasil kadar aspal hasil pengujian ekstraksi dengan alat Refluks Ekstraktor masih memenuhi persyaratan untuk

Dari hasil perhitungan JMF didapat variasi kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dengan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) 5,5%. Pada hasil pengujian Marshall telah diketahui bahwa pada kadar aspal 4,5% -7,0% nilai VMA, Stabilitas, Density, Hasil bagi marshall, dan flow memenuhi spesifikasi. Untuk nilai kadar aspal efektif hanya kadar aspal 4,5% yang tidak memenuhi spesifikasi. Untuk nilai VFA hanya kadar aspal 6,0% - 7,0% yang memenuhi spesifikasi. Untuk nilai VIM hanya kadar aspal 7,0% yang memenuhi spesifikasi.

Pada pengujian ekstraksi kadar aspal dengan alat Refluks Ekstraktor didapatkan hasil pada

kadar aspal 4,5% didapatkan nilai 4,30%, kadar aspal 5,0% didapatkan nilai 4,82%, kadar aspal 5,5% didapatkan nilai 5,40% kadar aspal 6,0% didapatkan nilai 6,10%, kadar aspal 6,5% didapatkan nilai 6,40%, dan kadar aspal 7,0% didapatkan nilai 7,22%. Dari hasil analisa pengujian tersebut didapatkan sesilih hasil ekstraksi dengan kadar aspal JMF masih memenuhi spesifikasi dengan nilai toleransi $\pm 0,3\%$ berdasarkan Spesifikasi Umum 2018.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohim, Y., & Setyawan, A. (2017). Pembuatan Job Mix Formula Untuk Porus Aspal Dan Evaluasi Campuran Dari Penerapan Pada Jalan Lingkungan. 1296. Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum 2018*. Edaran DirjenBina Marga Nomor 16/SE/Db/2020, Revisi 2, 6.1-6.104.
- Dwipayana, I. K. (2018). *PERBANDINGAN KADAR ASPAL HASIL EKSTRAKSI PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC* (Studi Kasus: Simpang Semarang– Watu Klotok).
- Hayati, N. N., Sulistyono, S., & Satryo, R. B. (2014). *Perbandingan Hasil Uji Ekstraksi Campuran AC-BC Menggunakan Metode Refluks Dan Metode Sentrifus*, 22–24.
- Kamba, C. (2013). *Pengaruh Penentuan Kadar Aspal Optimum terhadap Kualitas Desain Campuran Beraspal*. Proceeding Seminar Teknik Sipil UKI Paulus Makassar, August, 87–95.
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2018). *Pedoman Spesifikasi Teknis Campuran Beraspal Dengan Asbuton*. Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.
- Maulana, Y., Sukirman, S., & Zurni, R. (2015). *Studi Kadar Aspal Optimum Menggunakan Alat Marshall dan Alat Percentage Refusal Density*. Jurnal Itenas, 2(1), 1–10.
- Putri, L. D., Wiyono, S., & Puri, A. (2015). *Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan Mix Design Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (ACWC) Gradasi Halus*, 2, 978–979.
- RSNI M-01-2003. (2003). *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Pustran-Balitbang PU, 1–18.
- SNI 8279:2016 : *Metode Uji Kadar Aspal Campuran Beraspal Panas dengan Cara Ekstraksi Menggunakan Tabung Refluks Gelas*.
- RSNI M-05-2004 : *Cara Uji Ekstraksi Kadar Aspal dari Campuran Beraspal Menggunakan Tabung Refluk Gelas*.
- Tri, M. (2021). *Pengaruh Kapur Sebagai Filler Pada Karakteristik Campuran Aspal Beton (AC-WC)*, 1–8.
- Wirahaji, I. (2012). *Analisis kadar aspal optimum laston lapis aus pada ruas jalan simpang sakah-simpang blahbatuh (studi kasus paket pemeliharaan berkala jalan tahun anggaran 2011)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 16(2), 117–131.