JURNAL KARAJATA ENGINEERING Vol. x No. x, Bulan 20xx, pp. xx-xx, eISSN: xxxx-xxxx
http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/karajata
DOI http://dx.doi.org/xx.xxxx/karajata

Logo Jurnal

UJI EXPERIMENTAL VARIASI AGREGAT HALUS PADA CAMPURANASPHALT AC-BC

Muh.Imam Wahyudi Azis[1*], Jasman[2], Hamsyah[3]

[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel:

Dikirim: tgl-bulan-tahun
Revisi: tgl-bulan-tahun
Diterima: tgl-bulan-tahun
Tersedia *online*: tgl-bulan-tahun

Keywords:

Asphalt, stone ash, marshall.

***Penulis Korespondensi:**

Muh.Imam Wahyudi Azis,
Program Studi Teknik Sipil,
Universitas Muhammadiyah Parepare,
Jl Jenderal Ahmad Yani KM. 6,
Kota Parepare, Indonesia.
Email:
imamwahyudiaziz@gmail.com

ABSTRACT

Aggregate is the largest component in the mixture that will determine the strength of the pavement while asphalt as a binder, coarse aggregate, and fine aggregate as a filler for the mixture. Therefore, it is very important to pay attention to the fine aggregate in the AC-BC asphalt concrete (Laston) layer in the mixture to get a strong and durable mixture. The purpose of this study was to determine the results of the aggregate gradation of the asphalt mixture mix and to determine the results of the Marshall test of the variation of the fine aggregate material (Abu Batu) on the AC-BC asphalt concrete layer (Laston). This research method is an experimental study conducted using testing in the laboratory. The results showed that the aggregate gradation of the mixed mixture did not exceed and not less than the specifications except for the 55% variation experiment on sieve No. 8 which was 51.55 while the specifications were 30–49. Based on the results of the Marshall test, the results obtained from the three experiments did not exceed and were not less than the specifications except for the VIM value results in the 45% and 50% variation experiments at the optimum asphalt content value of 6.5%, namely 5.22%, and 5.35%, while the specifications were 3 % – 5%.

ABSTRAK

Agregat sebagai komponen terbesar dalam campuran sangat menentukan kekuatan perkerasan sedangkan aspal sebagai bahan pengikat, agregat kasar dan agregat halus sebagai bahan pengisi untuk campuran. Oleh karena itu agregat halus pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC dalam campuran sangat perlu diperhatikan agar mendapatkan campuran yang kuat dan tahan lama. Tujuan penelitian ini yaitu untuk untuk mengetahui hasil gradasi agregat gabungan campuran beraspal dan untuk mengetahui hasil uji marshall dari variasi material agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC. Metode penelitian ini merupakan studi experimental yang dilakukan dengan cara pengujian di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gradasi agregat gabungan campuran tidak melebihi dan tidak kurang dari spesifikasi kecuali pada percobaan variasi 55% pada saringan No.8 yaitu 51.55 sedangkan spesifikasinya 30–49. Berdasarkan hasil uji marshall hasil yang di dapatkan dari ketiga percobaan tidak melebihi dan tidak kurang dari spesifikasi kecuali pada hasil nilai VIM pada percobaan variasi 45% dan 50% pada masing nilai kadar aspal optimum 6,5% yaitu 5.22% serta 5.35% sedangkan spesifikasinya 3% – 5%.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi bagi masyarakat dan berperan penting untuk pengembangan suatu daerah sehingga jalan yang ada diharapkan dapat memberikan pelayanan baik bagi seluruh pengguna jalan [1]. Perkembangan penelitian tentang bahan konstruksi perkerasan jalan khususnya perkerasan lentur (*flexible pavement*) diarahkan pada usaha pemanfaatan material setempat dan disesuaikan dengan kondisi daerah dimana konstruksi pengerasan akan dilaksanakan.

Pada tahun 2019, Berdasarkan penelitian dengan judul "Pengaruh Penggunaan Kapur Padang Panjang Sebagai Bahan Pengisi *(Filler*) Terhadap Karakteristik Campuran Beton *Asphalt* Lapisan AC-BC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan *filler* abu batu 100% - kapur 0% dapat memenuhi semua spesifikasi marshall berupa nilai Stabilitas, VMA, VIM, VFB, Flow Hasil Bagi MQ dengan KAO 5.945%, pada pemakaian abu batu 75% - kapur 25% juga memenuhi semua spesifikasi marshall dengan KAO 6.225% , Namun pada pemakaian abu batu 50% - kapur 50% dan abu batu 25% - kapur 75% tidak memenuhi spesifikasi Marshall, sehingga persentase tersebut tidak baik digunakan pada campuran aspal panas AC – BC [2].

Pada tahun 2018, Winayati dan Fadrizal Lubis dengan judul "Analisis Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc Menggunakan Filler Abu Tandan Sawit Dan Abu Batu".

Hasil Penelitian ini menunjukkan campuran AC- BC yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, yakni 25% *filler* abu tandan sawit dicampur dengan 75% abu batu dari berat total *filler* dalam campuran. Berdasarkan rekomendasi tersebut, penelitian dilanjutkan dengan analisis karakteristik marshall campuran AC-BC yang menggunakan komposisi campuran 50% filler abu tandan sawit dicampur dengan 50% abu batu, dengan menganalisis karakteristik marshall, antara lain: stabilitas 920.118, flow didapat 3.7, VIM 4.006, VMA 15.930, MQ 240.722 juga masih memenuhi standar spesifikasi [3].

Pada tahun 2018, Penelitian selanjutnya dilakukan dengan judul "Pengaruh Yang Bergradasi Senjang Pada Campuran Aspal Panas". Hasil penelitian ini menunjukkan variasi penambahan filler sebesar 1,5%, 3,5%, 5,5%, 7,5% dan 9,5% terhadap berat. Hasil penelitian didapatkan nilai KAO sebesar 6,4%, kemudian dilakukan pengujian Marshall dengan menggunakan variasi *filler* terjadi perubahan karakteristik marshall, tingkat kelenturan dan keawetan yang lebih baik, tetapi terdapat rongga udara yang banyak atau nilai VIM yang besar, sehingga nilai VFA menjadi kecil [4].

Pada tahun 2021, Penelitian selanjutnya dilakukan dengan judul "Variasi Persentase Abu Batu Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran Hrs Base". Hasil penelitian ini menunjukkan abu batu divariasi sebanyak 1%, 1,5% dan 2%, 2,5% dan 3%. Penambahan *filler* abu batu dari 1% sampai 3 % meningkatkan nilai Stabilitas, VFB, dan MQ yaitu masing-masing dari 883,45 kg menjadi1121,66 kg, 69,66 % menjadi 72,68 %, dan 266,10 kg/mm menjadi 299,91 kg/mm dan nilai VIM dan VMA mengalami penurunan masing-masing yaitu dari 5,57 % menjadi 4,79 % dan dari 18,36 % menjadi 17,53% [5].

Pada tahun 2020, Penelitian selanjutnya dilakukan dengan judul "Perencanaan Campuran Latasir (*Sand Sheet*) Menggunakan Pasir Dan Abu Batu Ex. Pt.Dewi Permata Kuarry". Hasil yang diperoleh dari analisa saringan agregat halus untuk komposisi campuran Latasir yaitu Pasir abu batu = 89,5% dan *Filler* abu batu = 10,5%. Pada hasil pengujian Marshall Campuran Latasir antara Pasir abu batu dan abu batu, nilai VIM 6,63% dan VFA (*Void Filled with Asphalt*) = 15,96 % serta mempunyai nilai stabilitas campuran yaitu sebesar 1023,4 kg, dalam rentang variasi aspal 5,0 -7,0% dengan KAO 6,23 % [6].

Agregat atau material sedapat mungkin diperoleh dari sumber terdekat dari lokasi pekerjaan, hal ini yang menjadi dasar acuan peneliti menggunakan material agregat kasar dan halus tetapi peneliti lebih fokus ke penggunaan variasi agregat halus (Abu Batu) yang berasal dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo yang akan digunakan dalam campuran aspal panas jenis AC-BC untuk melihat bagaimana karakteristik dari hasil variasi agregat halus tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi yang di tetapkan sehingga dapat menghasilkan campuran AC-BC yang kuat dan tahan lama. Adapun tujuan penelitian untuk mengetahui hasil gradsai agregat gabungan campuran beraspal dan untuk mengetahui hasil uji marshall dari variasi material agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC.

A. Aspal

Aspal beton (*Hotmix*) adalah campuran agregat kasar agregat halus, dan bahan pengisi (*Filler*) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu tinggi (panas) dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis [7].

B. Lapisan Aspal Beton (Laston)

Laston didefinisikan lapisan struktural berharga yang diterapkan pada konstruksi perkerasan jalan. Kombinasi ini terdiri dari agregat bergradasi menerus serta aspal keras yang telah dicampur, didispersikan, serta dipadatkan pada suhu tertentu. Laston didefinisikan lapisan konstruksi jalan yang tersusun dari kombinasi aspal keras serta agregat dengan gradasi menerus yang dicampur, didistribusikan, serta dipadatkan pada temperatur tertentu.

Jenis lapisan Campuran Aspal Panas yakni Laston, diklasifikasikan atas tiga jenis campuran yakni AC lapis aus (AC-WC), AC lapis antara (AC-BC), serta AC lapis pondasi (AC-Base). Pada penelitian ini meninjau jenis beton aspal campuran panas AC-BC. Berikut tabel ketentuan sifat campuran laston sesuai dengan spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Divisi VI 2010 revisi 3 [8].

Tabel 1. Ketentuan Sifat Campuran Laston

Sifat-sifat Campuran		**Laston**		
		WC	**BC**	**BASE**
Jumlah tumbukan per bidang		75	75	112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.		0,6	
	Maks.		1,2	
Rongga dalam campuran (VIM)(%)	Min.		3	
Rongga dalam campuran (VIM)(%)	Maks.		5	
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFB)(%)	Min.	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800	800	1800
Kelelahan (mm)	Min.	2	2	3
Kelelahan (mm)	Maks.	4	4	6

Lanjutan Tabel 1. Ketentuan Sifat Campuran Laston

Marshall Quotient (MQ) (kg/mm)	Min.	250	250	250

C. Agregat

Agregat didefinisikan komponen utama pada lapisan perkerasan jalan. Daya dukung lapisan perkerasan ditentukan oleh karakteristik butir serta gradasi agregat. Agregat didefinisikan komponen utama pada konstruksi perkerasan jalan, serta berperan sebagai kerangka guna menopang beban jalan yakni beban kendaraan. Agregat ialah batu pecah, kerikil, pasir, atau komposisi mineral lainnya yang telah diproses (disaring, dipecah), serta merupakan material utama yang diterapkan pada pembangunan perkerasan jalan.
Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah (2002) mengemukakan sifat fisik agregat [9]. Serta korelasinya dengan kinerja campuran lapisan aspal beton, yakni :

1) *Klasifikasi Agregat*: Menurut ukuran terbagi menjadi dua yaitu agregat kasar dan halus berikut penjelasannya*:*

a. Agregat Kasar yang diterapkan pada desain yakni mampu tertahan pada saringan 4,75 mm, bersih, keras, tahan lama, serta bebas dari tanah liat atau komponen lain yang tidak diinginkan, serta memenuhi standar fraksi agregat yang diterapkan pada pengujian.
b. Agregat halus secara umum, agregat halus mempunyai persyaratan menurut SNI 03-6821-2002 [10]. Yakni:
   - Agregat halus terdiri atas butiran tajam serta keras.
   - Butiran halus bersifat kekal, yakni tidak rusak atau hancur oleh cuaca. Larutan garam jenuh dapat diterapkan guna menentukan karakteristik permanen agregat halus. Bila natrium sulfat diterapkan, komponen yang dihancurkan tidak boleh melebihi 10% berat.
   - Agregat halus mengandung lumpur minimal 5% (berdasarkan berat kering), pasir harus dibersihkan apabila melampaui 5%.

2) *Gradasi Agregat*: Didefinisikan penyebaran dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi agregat berdampak pada lebar rongga diantara agregat (VMA), rongga pada campuran (VIM), serta stabilitas serta sifat mudah dikerjakan (*Work Ability*) campuran.

3) *Kebersihan Dari Pertikel Halus Yang Melekat Keadaan*: Agregat yang tidak bersih akibat adanya partikel halus yakni melekatnya lumpur pada permukaan agregat akan berdampak pada daya rekat aspal terhadap agregat. Hal ini harus dihindari guna memastikan bahwa aspal menutupi agregat dengan sempurna, sehingga mencapai kekuatan campuran.

4) *Daya Tahan Agregat*: Didefinisikan kapasitasnya guna menahan beban berbentuk beban lalu lintas serta pemadatan. Tingkat kekerasan agregat mempunyai dampak signifikan pada kapasitas perkerasan jalan guna menahan beban lalu lintas, sebab agregat pada campuran perkerasan mempunyai peran utama sebagai kerangka pendukung struktur perkerasan.

5) *Bentuk Dan Tekstur Agregat*: Menyusun campuran perkerasan mempunyai dampak signifikan pada stabilitas lapisan perkerasan. Bentuk bulat dengan tekstur permukaan halus mengakibatkan ikatan antar butir agregat tidak mencukupi, sedangkan bentuk persegi dengan permukaan kasar menciptakan kombinasi yang saling mengikat serta kuat.

6) *Penyerapan Agregat*: Penyerapan agregat umumnya ditentukan oleh kadar air yang diserap ketika terendam air. Ukuran volume pori partikel agregat menentukan sejauh mana agregat menyerap aspal guna mengeringkan campuran aspal.

7) *Daya Lekat Terhadap Aspal*: Diterapkan pada pencampuran lapisan perkerasan harus melekat pada aspal, sehingga mengakibatkan agregat cepat tertutup oleh aspal serta menciptakan campuran yang homogen serta kuat.

D. Karakteristik Campuran Aspal Beton (Hot Mix)

Lapisan aspal beton harus memenuhi berbagai karakteristik, yakni:

1) *Stabilitas*: Lapisan perkerasan jalan harus cukup sehingga mampu menahan beban lalu lintas tanpa berubah bentuk secara permanen, seperti alur atau *bleeding*. Stabilitas lapisan perkerasan jalan harus seimbang dengan besarnya beban lalu lintas jalan. Berbagai variable yang mempunyai korelasi dengan stabilitas yakni :

a. Gaya gesek *(Friction*) tergantung pada muka gradasi serta bentuk agregat, kepadatan campuran, serta kualitas aspal.
b. Kohesi didefinisikan kemampuan setiap partikel material perkerasan untuk melekat satu sama lain. Kohesi batuan ditentukan oleh kekerasannya, tetapi kohesi campuran ditentukan oleh gradasi agregat, adhesi aspal, serta kualitas tambahan aditif.
c. Inersia didefinisikan kapasitas lapisan perkerasan guna menoleransi perpindahan *(resistence to displacement*), akibat beban lalu lintas, baik pada besaran beban maupun durasinya.

2) *Daya tahan (Durabilitas)*: Didefinisikan daya tahan campuran aspal ditentukan oleh ketahanannya pada dampak cuaca, air, variasi suhu, serta keausan akibat gesekan roda kendaraan.

3) *Fleksibilitas*: Lapis perkerasan jalan harus fleksibel saat menerima beban, artinya perkerasan mampu menerima beban serta mengikuti deformasi adanya pembebanan tanpa retak atau perubahan volume.

4) *Kekesatan* (*Skid Resistence*): Didefinisikan kapasitas perkerasan aspal memberikan permukaan kekesatan yang sesuai guna mencegah kendaraan yang melintasinya tidak tergelincir, baik di jalan basah serta kering.

5) *Ketahanan leleh (Fatigue Resistence):* Campuran lapisan perkerasan jalan seharusnya mampu menahan beban berulang tanpa mengembangkan alur atau retakan.

6) *Kedap air (Impremeabilitas*): Didefinisikan kemampuan lapisan beton aspal guna menahan masuknya air serta udara pada campuran, yang mampu mempercepat penuaan aspal serta mengakibatkan lapisan aspal terkelupas dari permukaan agregat.

7) Kemampuan kerja (*Workabilitas*): Didefinisikan kemudahan pelaksanaannya yakni campuran lapisan perkerasan jalan harus mudah dicampur, dihampar, serta dipadatkan, sehingga kualitas campuran mampu dipertahankan dari saat dicampu hingga didispersikan di lapangan.

E. *Gradasi*

Gradasi agregat pada campuran beraspal umumnya dipilih berada di tengah rentang spesifikasi. Indeks Gradasi merupakan parameter yang diusulkan untuk digunakan dalam memprediksi gradasi agregat berdasarkan kinerja campuran beton aspal [11].

Tabel 9. Gradasi Agregat Gabungan Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		**% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat**					
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			**Laston (AC)**		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	BC	Base
1 ½	37.5						100
1	25			100		100	90-100
¾	19		100	90-100	100	90-100	76-90
½	12.5	100	90-100	50-88	90-100	75-90	60-78
3/8	9.5	70-95	50-80	25-60	77-90	66-82	52-71
No.4	4.75	30-50	20-35	20-28	53-69	46-64	35-54
No.8	2.36	20-30	16-24	16-24	33-53	3049	23-41
No.16	1.18	14-21			21-40	18-38	13-30
No.30	0.600	12-18			14-30	12-28	10-22
No.50	0.300	10-15			9-22	7-20	6-15
No.100	0.150				6-15	5-13	4-10
No.200	0.075	18-20			4-9	4-6	3-7

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian di laboratorium, dimana penggunaan angka, pengumpulan data, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, tabel dan grafik. Kemudian data penelitian di analisis sesuai dengan prosedur pengujian di laboratorium. Penelitian ini menerapkan metode experimental yakni membuat variasi agregat halus pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Labolatorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Parepare. Durasi penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 2 (dua) Bulan.

C. Sampel Penelitian

Jenis pengujian yang diterapkan pada penelitian ini yaitu pengujian marshall. Penelitian ini menerapkan metode experimental yaitu dengan suatu percobaan untuk mendapatkan hasil variasi yang memenuhi standar spesifikasi, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan agregat halus pada lapisan aspal beton AC-BC dengan variasi kadar agregat halus 45%,50% dan 55%.

D. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan peralatan yang tersedia di Laboratorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Parepare sedangkan bahan terkhusus Agregat Kasar dan Halus dari AMP Sempangnge (Impa-impa) Sengkang Kab.Wajo.

1) *Bahan*: Yang digunakan antara lain Air, Oli, Aspal, Agregat kasar dan halus (Agregat dari AMP Sempangnge impa-impa Kab.Wajo)

2) *Alat*: Yang digunakan antara lain Dongkrak, Sigme, Timbangan ketelitian 0,1 gram, *Waterbath,* Alat marshall dan Alat pelengkap lainnya.

E. Prosedur Pengujian

1) Membuka contoh benda uji dari mould.
2) Membersihkan kertas kertas filter.
3) Mengukur ketebalan tiap benda uji dengan Tiga sisi.
4) Benda uji ditimbang kering serta dilanjutkan penimbangan dalam air.
5) Benda uji direndam 10 hingga 15 menit lalu ditimbang SSD.
6) Benda uji direndam pada *waterbath* dengan suhu 60°C selama 30 hingga 40 menit.
7) Selang 5 menit benda uji yang lain dimasukkan lagi. Ulangi langkah 6 (Enam) sampaibenda uji terakhir.
8) Benda uji dimasukkan kedalam mould guna pengujian marshall.
9) Menyalakan alat uji marshall hingga benda uji rapat pada *proving ring*.
10) Kemudian mematikan alat lalu nolkan pembacaan.
11) Menyalakan ulang alat hingga jarum pembacaan berhenti atau turun, kemudian matikan alat serta catat pembacaan stabilitas serta *flow*.
12) Menormalkan ulang alat lalu keluarkan benda uji.
13) Mengerjakan analisis berat jenis serta karakterisitik campuran.
14) Membuat grafik korelasi kadar aspal dengan karakteristik campuran yang telah dianalisis.
15) Memasukkan data spesifikasi kedalam grafik.
16) Menetukan kadar aspal optimum pada campuran.
17) Menghitung ulang karakteristik campuran berdasarkan grafik serta kadar aspal optimum yang diterapkan.

F. Teknik Pengumpulan Data

1) *Data Sekunder*: Berisi standar mutu, serta mencari berbagai literatur terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut digunakan untuk menentukan mutu aspal dengan variasi agregat halus pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC yang akan diteliti

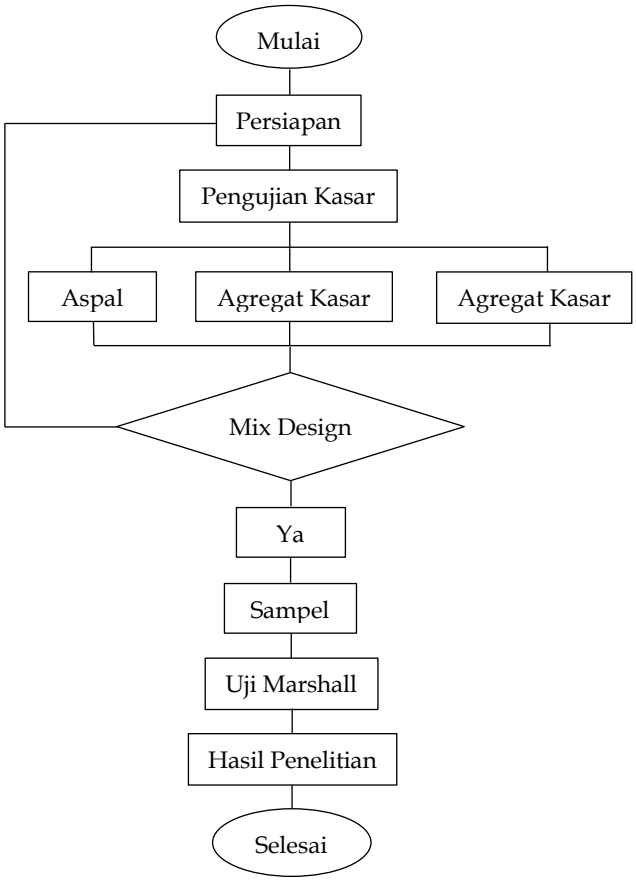
2) *Data Primer*: Berupa material dari AMP Sempangnge (Impa-Impa) Kab.Wajo sebagai bahan penelitian untuk melihat apakah gradasi AMP Sempangnge memenuhi persyaratan spesifikasi gradasi agregat gabungan campuran beraspal pada variasi Agregat halus (Abu Batu) pada lapisan aspal beton (Laston) AC-BC.

G. *Teknik Analisis Data*

1) *Analisis Gradasi Agregat Gabungan*: Analisis ini dilakukan terhadap material yang digunakan yaitu,material 1-2,material 0,5-1 dan agregat halus (Abu batu). Hal tersebut dilakukan dengan cara menggabungkan ketiga material tersebut dalam satu variasi yang berbeda guna untuk mengetahui hasil nilai gradasi yang digunakan sesuai spesifikasi yang ditentukan.

2) *Analisis Hasil Uji Marshall*: Analisa ini dilakukan dengan membandingkan hasil dari pengujian marshall antara lain Stabilitas,Flow (kelelehan),*Void In Mix (*VIM),*Void In Material Agregat* (VMA),*Void Filled With Bitumen* (VFB) dan *Marshall Quotient* (MQ) untuk mengetahui hasil pengujian variasi yang lolos spesifikasi.

G. Diagram Alir



Gambar1. Diagram Alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Rancangan Campuran

1) *Campuran Aspal Beton*: Bahan yang digunakan untuk campuran aspal beton ada dua yaitu agregat (kasar dan halus) dan bahan pengikat (aspal).

2) *Penentuan proporsi agregat campuran gabungan diperoleh menggunakan metode percobaan dengan prinsip kerjanya sebagai berikut*:

a. Memenuhi batasan gradasi yang diisyaratkan
b. Memasukkan data spesifikasi yang diisyaratkan
c. Membuat variasi persentase dari masing-masing fraksi yang menghasilkan jumlah 100%, analisa agregat dapat di lihat di lampiran. Nilai presentase gradasi gabungan agregat yang digunakan pada campuran dengan metode coba-coba tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran AC-BC.
d. Campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan presentase tertahan pada masing- masing saringan, rancangan campuran agregat AC-BC.

3) Proporsi Aspal: Kadar aspal yang diterapkan pada campuran aspal beton yakni 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Aspal alam bisa didapatkan melalui bantuan pegunungan (*Rock Asphalt*) dan danau (*Lake Asphalt*). Aspal buatan di dapat dari proses penyulingan minyak bumi melalui pemanasan fraksi ringan, yakni bensin, minyak tanah, serta gas oli hingga 350^{o}C di bawah tekanan udara. Berikut ini nilai proporsi material dan aspal pada lapisan AC-BC dari variasi 45%,50% dan 55% dapat dilihat pada tabel dibawah:

a. Proporsi Material dan Aspal Variasi 45%

Tabel 3. Proporsi Material dan Aspal Variasi 45%

Material	**Kadar Aspal Optimal**				
Kadar Aspal (%)	4,5	5	5,5	6	6,5
Berat Aspal (gr)	54	60	66	72	78
Kadar Agregat	1146	1140	1134	1128	1122
Material 1-2 (25%)	286.5	285	283	282	280.5
Material 0,5-1 (30%)	343.8	342	340.2	338.4	336.6
Abu batu (45%)	515.7	513	510.3	507.6	504.9

b. Proporsi Material dan Aspal Variasi 50%

Tabel 4. Proporsi Material dan Aspal Variasi 50%

Material	**Kadar Aspal Optimal**				
Kadar Aspal (%)	4,5	5	5,5	6	6,5
Berat Aspal (gr)	54	60	66	72	78
Kadar Agregat	1146	1140	1134	1128	1122
Material 1-2 (25%)	286.5	285	283.5	282	280.5
Material 0,5-1 (25%)	286.5	285	283.5	282	280.5
Abu batu (50%)	573	570	567	564	561

c. Proporsi Material dan Aspal Variasi 55%

Tabel 5. Proporsi Material dan Aspal Variasi 55%

Material	**Kadar Aspal Optimal**				
Kadar Aspal (%)	4,5	5	5,5	6	6,5
Berat Aspal (gr)	54	60	66	72	78
Kadar Agregat	1146	1140	1134	1128	1122
Material 1-2 (22%)	252.1	250.8	249.5	248.2	246.8
Material 0,5-1 (23%)	263.6	262.2	260.8	259.4	258.1
Abu batu (55%)	630.3	627	623.7	620.4	617.1

B. Analisis dan Hasil Pengujian Marshall

1) *Analisis terhadap Stabilitas*: Didefinisikan kapasitas maksimum suatu benda uji guna menahan

beban hingga berakibat kelelahan plastis. Stabilitas yang terlalu tinggi kurang cocok mengingat akan mengakibatkan kaku serta bersifat getas.. Berikut di bawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai stabilitasnya:

Tabel 5. Stabilitas

Variasi	Kadar Aspal	Nilai Stabilitas	Spesifikasi
45%	4,5%	825,22	800(kg)
	5%	909,26	
	5,5%	957,12	
	6%	1026,91	
	6,5%	945,46	
50%	4,5%	853,03	800(kg)
	5%	918,84	
	5,5%	947,55	
	6%	997,00	
	6,5%	1075,86	
55%	4,5%	834,49	800(kg)
	5%	937,98	
	5,5%	1004,98	
	6%	1026,91	
	6,5%	978,06	

2) *Analisis Terhadap Kelelehan* (*Flow*): Didefinsikan kapasitas beton aspal guna menahan defleksi berulang hingga terjadi deformasi transien akibat beban lalu lintas, baik tanpa leleh atau bentuk alur serta retakan pada jalan. Berikut di bawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai *flow*:

Tabel 6. *Flow*

Variasi	Kadar Aspal	Nilai Flow	Spesifikasi
45%	4,5%	3	2 – 4 (mm)
	5%	2,8	
	5,5%	2,6	
	6%	2,8	
	6,5%	3,1	
50%	4,5%	3,2	2 – 4 (mm)
	5%	3,2	
	5,5%	3,4	
	6%	3,5	
	6,5%	3,1	
55%	4,5%	3,1	2 – 4 (mm)
	5%	3,5	
	5,5%	3,6	
	6%	3,7	
	6,5%	3,2	

3) *Analisis Terhadap Void In Mix (VIM)*: Didefinisikan rongga dalam campuran. Tingginya nilai VIM memperlihatkan tingginya porous pada campuran, semakin aspal cepat teroksidasi sehingga menurunkan durabilitasnya. Serta nilai VIM yang rendah juga merugikan, sebab ruang yang tersedia tidak akan mencukupi jika terjadi peningkatan pemadatan akibat beban lalu lintas. Berikut di bawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai VIM:

Tabel 7. *Void In Mix* (VIM)

Variasi	Kadar Aspal	Nilai VIM	Spesifikasi
45%	4,5%	4,05	3-5 (%)
	5%	3,27	
	5,5%	4,44	
	6%	4,82	
	6,5%	5,22	
50%	4,5%	3,77	3-5 (%)
	5%	4,17	
	5,5%	4,96	
	6%	4,56	
	6,5%	5,35	
55%	4,5%	3,29	3-5 (%)
	5%	3,69	
	5,5%	4,27	
	6%	4,68	
	6,5%	4,26	

4) Analisis Terhadap Void In Material Agregat (VMA) : Didefinisikan volume rongga dalam antara butiran agregat pada campuran aspal yang dipadatkan, termasuk rongga udara serta rongga yang mengandung aspal efektif, dinyatakan sebagai persentase volume. VMA didefinisikan rongga diantara agregat satu dengan agregat yang lainnya dan termasuk volume aspal efektif yang berada diantara butiran agregat tetapi, tanpa memperhitungkan penyerapan aspal pada butiran-butiran agregat. Berikut di bawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai VMA:

Tabel 8. *Void In Material Agregat* (VMA)

Variasi	Kadar Aspal	Nilai VMA	Spesifikasi
45%	4,5%	16,30	14%
	5%	17,60	
	5,5%	15,71	
	6%	17,66	
	6,5%	15,93	
50%	4,5%	16,44	14%
	5%	16,88	
	5,5%	17,31	
	6%	17,75	
	6,5%	16,32	
55%	4,5%	16,44	14%
	5%	17,23	
	5,5%	16,60	
	6%	17,39	
	6,5%	15,71	

5) *Analisis Terhadap Void Filled With Bitumen (VFB)*: Didefinisikan rongga pada agregat yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persentase (%) pada VMA. Nilai antara VMA dengan VFA mempunyai katerkaitan, artinya rongga agregat yang terisi aspal ialah bagian dari VMA sebagai rongga diantara agregat yang terisi oleh aspal. Berikut di bawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai VFB:

Tabel 9. *Void Filled With Bitumen* (VFB)

Variasi	Kadar Aspal	Nilai VFB	Spesifikasi
45%	4,5%	65,45	
	5%	66,37	65%
	5,5%	68,81	
	6%	69,12	
	6,5%	70,93	
50%	4,5%	65,92	
	5%	66,20	
	5,5%	68,81	65%
	6%	69,12	
	6,5%	70,93	
55%	4,5%	66,79	
	5%	68,12	
	5,5%	69,18	65%
	6%	70,22	
	6,5%	70,22	

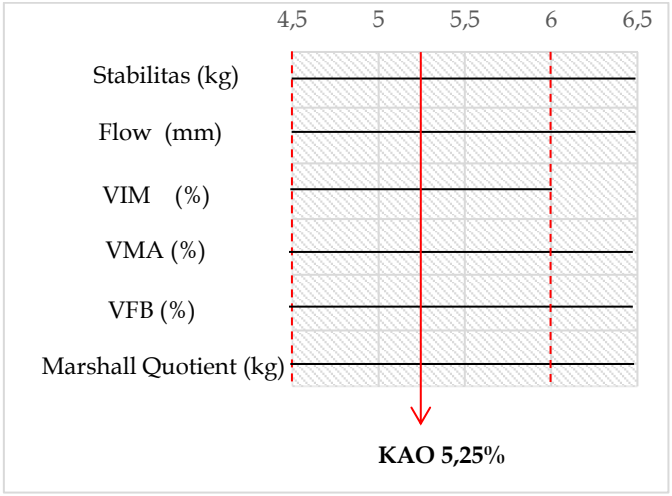
6) *Analisis Terhadap Marshall Quotient (MQ)*: Didefinisikan hasil bagi antara stabilitas dengan flow. Tingginya nilai MQ, mengakibatkan kakupada campuran, serta rendahnya nilai MQ mengakibatkan plastis pada lapisan tersebut. Berikut dibawah ini tabel dan grafik pengujian marshall pada nilai MQ :

Tabel 10. *Marshall Quotient* (MQ)

Variasi	Kadar Aspal	Nilai MQ	Spesifikasi
45%	4,5%	275,07	
	5%	334,99	
	5,5%	368,12	250 (kg/mm)
	6%	366,75	
	6,5%	304,99	
50%	4,5%	266,57	
	5%	287,14	
	5,5%	278,69	250 (kg/mm)
	6%	284,86	
	6,5%	347,05	
55%	4,5%	267,22	
	5%	267,99	
	5,5%	279,10	250 (kg/mm)
	6%	277,54	
	6,5%	305,64	

7) *Penentuan Kada Aspal Optimum (KAO):* Didefinisikan kuantitas aspal yang diterapkan pada campuran agar mampu mencukupi persyaratan Stabilitas, *Flow*, VMA, VIM, VFB serta MQ. Penentuan kadar aspal optimum diterapkan guna memperkirakan kadar aspal efektif pada campuran yang diperlukan bagi pembuatan benda uji baru dengan komposisi agregat serupa namun kadar aspal optimum yang ditetapkan. Nilai kadar aspal optimal yang ditentukan dari uji Marshall, diperlihatkan pada gambar berikut, yakni:

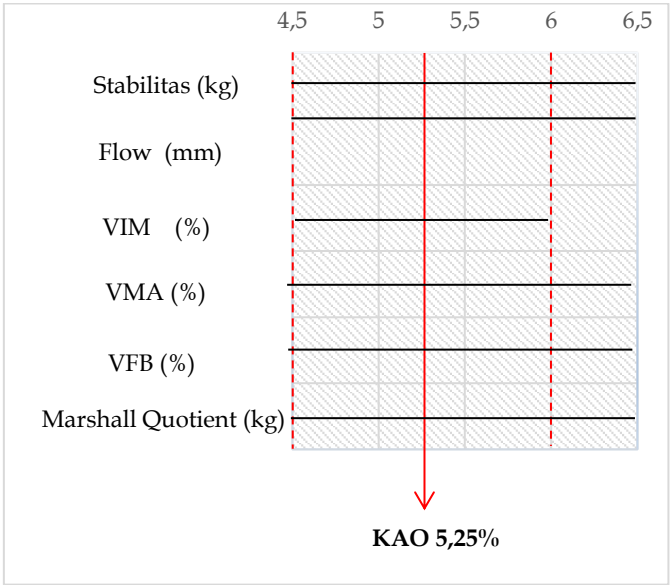
a. Kadar Aspal Optimum Untuk Variasi Agregat Halus 45%



Gambar 2. KAO Variasi 45%

$$\text{Kadar Aspal Optimum} = \frac{4{,}5\% + 6\%}{2} = 5{,}25\%$$

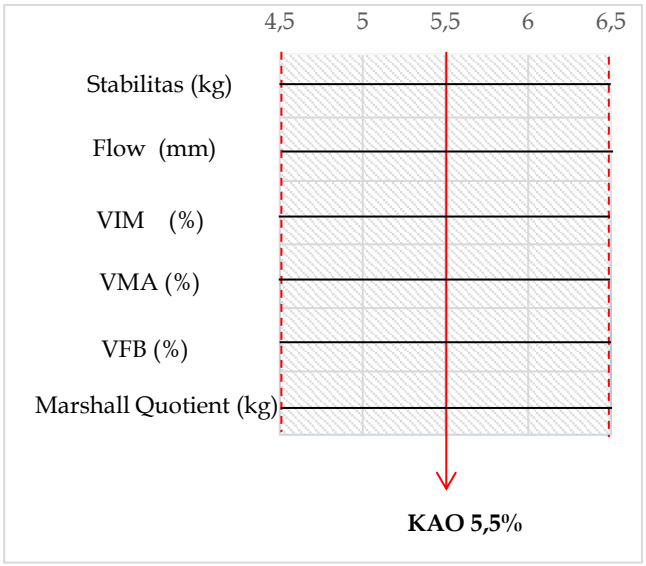
b. Kadar Aspal Optimum Untuk Variasi Agregat Halus 50%



Gambar 3. KAO Variasi 50%

Kadar Aspal Optimum = $\frac{4{,}5\% + 6\%}{2} = 5{,}25\%$

c. Kadar Aspal Optimum Untuk Variasi Agregat Halus 55%



Gambar 3. KAO Variasi 50

Kadar Aspal Optimum = $\frac{4{,}5\% + 6{,}5\%}{2} = 5{,}25\%$

IV. SIMPULAN

Berlandaskan pada temuan riset, maka ditarik kesimpulan yaitu berdasarkan temuan gradasi agregat campuran beraspal hasil yang di dapatkan dari ketiga percobaan tidak melebihi dan tidak kurang dari spesifikasi gradasi yang ditetapkan kecuali pada percobaan variasi 55% pada saringan N0.8 yaitu 51.55 sedangkan spesifikasinya 30 – 49. Sedangkan hasil uji marshall hasil yang di dapatkan dari kelima belas sampel untuk nilai KAO dari ketiga variasi agregat halus (abu batu) yang digunakan percobaan tidak melebihi dan tidak kurang dari spesifikasi yang di tetapkan pada nilai Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFB, MQ kecuali pada hasil nilai VIM pada percobaan variasi 45% dan 50% pada masing nilai kadar aspal optimum 6,5% yaitu 5.22% serta 5.35% sedangkan spesifikasinya 3% – 5

REFERENSI

[1] Siagin. B. "Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga Pada Jalan Rajawali Kota Palangka Raya," *Jurnal Kacapuri.*, vol. 4. 2021.

[2] Refi. A. "Pengaruh Penggunaan Kapur Padang Panjang Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Terhadap Karakteristik Campuran Beton Asphalt Lapisan Ac-Bc (Asphalt Concreate – Binder Course)". ISSN:2599 - 2090. Vol.2,No2. 2019.

[3] Winayati."Analisis Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc Menggunakan Filler Abu Tandan Sawit Dan Abu Batu". *Jurnal Teknik Sipil Siklus.*, vol.4,no.1,april 2018.

[4] Apriyanto.Rozi.F.Y."Pengaruh Yang Bergradasi Senjang Pada Campuran Aspal Panas". *Jurnal Talenta Sipil.*,vol.1,no.2. 2018.

[5] Salim.M."Variasi Persentase Abu Batu Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran Hrs Base".*Jurnal Gradasi Teknik Sipil.*,vol.5,no.2.2021.

[6] Haris.S."Perencanaan Campuran Latasir (Sand Sheet) Menggunakan Pasir Dan Abu Batu Ex. Pt.Dewi Permata Kuarry". *Journal Teknik Sipil.*,vol.4.no1.2020.

[7] Abdul.F.Y."Penelitian Penambahan Bahan Serbuk Dolomite Dan Pasir Brantas Pada Campuran Aspal Beton".ISSN:2621-7686.

[8] Spesifikasi Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga Divisi VI 2010 Revisi 3.

[9] Direktorat Jendral Prasarana Wilayah (2002). " Sifat Fisik Agregat "

[10] Persyaratan Agregat Halus Menurut SNI 03-6821-2002.

[11] Setiawan.A "Indeks Gradasi Sebagai Parameter Untuk Menentukan Gradasi Agregat Beton Aspal".vol.7.no.1.2017.