

STUDI ANALISIS PERBANDINGAN *FILLER* PASIR GUNUNG DAN PASIR SUNGAI PADA KINERJA CAMPURAN ASPAL AC-WC

*Esalia Khoerotunnisa¹, Dedi Budiman¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Kota Tasikmalaya, Indonesia

*)Penulis korespondensi: Esalia Khoerotunnisa (esaliakhoerotunnisa@gmail.com)

Received: 25 Februari 2024 Revised: 1 Oktober 2024 Accepted: 10 Oktober 2024

Abstract— AC-WC concrete asphalt is formed from coarse aggregate, fine aggregate, asphalt as an adhesive material and filler as a filler material whose proportions have been determined. Fillers in asphalt mixtures play an important role, especially to improve stability and reduce air cavities in the mixture. The purpose of this study is to analyze the comparison of Marshall characteristics between mountain sand filler and river sand in AC-WC asphalt mixture and to be able to identify the characteristics of mountain sand and river sand. River sand has a finer particle size and a more rounded shape as compared to mountain sand. Filler and spherical particles can provide more contact surface area between sand and asphalt and also improve the ability of sand to soak asphalt. Mountain sand does not have the same properties around the world. Although it is generally composed of sharper, coarser particles, the mineral composition and grain size can vary depending on the type of rock of origin and the erosion process in the area. So, each location can produce mountain sand with different characteristics, as well as river sand. The research methods used in the calculation used the trial and error method, namely material collection, material testing, selection of mixed aggregate gradations, estimation of asphalt content, making test pieces, and Marshall test. The results of the marshall test of the mountain sand filler mixture at the optimum asphalt content of 5.50% obtained density results with VIM values of 3.24%, VMA 16.81%, VFA 80.74% and for the results of the marshall parameter test obtained stability values of 912 kg, flow 2.80 mm and MQ 326 kg/mm. Meanwhile, in the river sand filler mixture with an optimum asphalt content of 6%, the density results were obtained with a VIM value of 4.50%, VMA 17.87%, VFA 74.85% and for the results of the marshall parameter test obtained a stability value of 693 kg, flow 4.84 mm and MQ 143 kg/mm. The KAO of river filler is higher at 6% compared to mountain sand filler of 5.5%. From these results, it can be seen that mountain sand is better and enters the specification requirements compared to river sand as a filler mixture for AC-WC asphalt.

Keywords — AC-WC, Filler, Mountain Sand, River Sand, Marshall

Abstrak—Aspal beton AC-WC terbentuk dari agregat kasar, agregat halus, aspal sebagai bahan perekat dan filler sebagai bahan pengisi yang proporsinya telah ditentukan. Filler dalam campuran aspal memegang peranan penting terutama untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga udara dalam campuran. Tujuan penelitian ini mampu menganalisis perbandingan karakteristik Marshall antara filler pasir gunung dan pasir sungai pada campuran aspal AC-WC dan mampu mengidentifikasi karakteristik dari pasir gunung dan pasir sungai. Pasir sungai memiliki ukuran partikel yang lebih halus dan bentuk yang lebih bulat dibandingkan dengan pasir gunung. Partikel yang lebih halus dan bulat dapat memberikan lebih banyak area permukaan kontak antara pasir dan aspal dan juga meningkatkan kemampuan pasir untuk meresap aspal. Pasir gunung tidak memiliki sifat yang sama di seluruh dunia. Meskipun umumnya terdiri dari partikel yang lebih tajam dan kasar, komposisi mineral dan ukuran butir dapat bervariasi tergantung pada jenis batuan asal dan proses pengikisan di daerah tersebut. Jadi, setiap lokasi bisa menghasilkan pasir gunung dengan karakteristik yang berbeda, begitupun dengan pasir sungai. Metode penelitian yang digunakan dalam perhitungan menggunakan metode trial and error yaitu pengumpulan material, pengujian material, pemilihan gradasi agregat campuran, dilakukan perkiraan kadar aspal, pembuatan benda uji, dan uji Marshall. Hasil pengujian marshall dari campuran filler pasir gunung pada kadar aspal optimum 5,50% mendapatkan hasil density dengan nilai VIM 3,24%, VMA 16,81%, VFA 80,74% dan untuk hasil uji parameter marshall mendapatkan nilai stabilitas 912 kg, flow 2,80 mm dan MQ 326 kg/mm. Sedangkan pada campuran filler pasir sungai dengan kadar aspal optimum 6% mendapatkan hasil density dengan nilai VIM 4,50%, VMA 17,87%, VFA 74,85% dan untuk hasil uji parameter marshall mendapatkan nilai stabilitas 693 kg, flow 4,84 mm dan MQ 143 kg/mm. KAO filler sungai lebih tinggi yaitu 6% dibandingkan dengan filler pasir gunung 5,5%. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa pasir gunung lebih baik dan memasuki persyaratan spesifikasi dibandingkan dengan pasir sungai sebagai campuran filler untuk aspal AC-WC.

Kata kunci — AC-WC, Filler, Pasir Gunung, Pasir Sungai, Marshall

1. PENDAHULUAN

Jalan mempunyai peran krusial dalam mendukung berbagai kebutuhan manusia, termasuk aspek perekonomian dan sosial masyarakat. Infrastruktur transportasi ini menjadi elemen vital yang memfasilitasi berbagai aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Jalan berfungsi sebagai penghubung dari satu tempat ke tempat yang lainnya untuk berbagai keperluan. Maka dari itu jalan seharusnya dibuat sesuai dengan standar aturan yang ada.

Setelah kurun waktu tertentu konstruksi perkerasan jalan sendiri akan mengalami kerusakan. Pengaplikasian laston secara langsung pada lapisan atas, seperti pada lapisan aus AC-WC, meningkatkan risiko kerusakan pada lapisan tersebut. Selain jumlah lalu lintas, kerusakan pada perkerasan jalan dapat disebabkan oleh elemen lain seperti pengaruh air, kondisi iklim, ketidakstabilan tanah dasar, serta bahan konstruksi perkerasan jalan atau faktor-faktor lain yang memengaruhi integritas perkerasan jalan (Dunggio, 2017). Oleh karena itu materi yang dipergunakan harus memenuhi standar dan persyaratan yang sesuai dengan tuntutan konstruksi jalan yang hendak dibangun.

Campuran aspal beton AC-WC terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal untuk perekat, serta *filler* untuk bahan pengisi, dengan proporsi yang sudah ditetapkan. Lapisan ini perlu menunjukkan karakteristik tahan terhadap air, memiliki kekuatan struktural, serta memiliki daya tahan dan kekuatan yang optimal (Sasongko et al., 2023). Pentingnya *filler* dalam campuran aspal terletak pada peningkatan stabilitas dan pengurangan rongga udara dalam campuran. Meskipun ukurannya kecil, *filler* memiliki dampak besar dan sangat signifikan terhadap performa campuran aspal (Saleh et al., 2018).

Saat ini, telah banyak dilakukan penelitian mengenai penggunaan bahan campuran perkerasan yang baru. Penelitian tersebut seringkali mencakup bahan alternatif yang beragam dan melimpah jumlahnya di suatu wilayah. Diantaranya berbagai alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah pasir gunung dan pasir sungai, hal ini didukung dengan mudahnya mendapatkan bahan tersebut serta mempunyai harga yang lebih ekonomis dan banyak dijual di toko-toko bangunan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Dewa & Nurdianto, 2023) dengan judul Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton yang Menggunakan Pasir Gunung Galunggung Tasikmalaya dan Gunung Kayamuth Garut, dan dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan pasir gunung Galunggung yang paling baik untuk campuran beton.

Penulis bermaksud untuk melakukan uji perbandingan *filler* pada campuran aspal AC-WC di laboratorium. Tujuannya adalah mengevaluasi potensi penggunaan pasir gunung Galunggung dan pasir sungai Ciwulan sebagai *filler* alternatif dalam campuran aspal. Oleh karena itu, penelitian ini akan memfokuskan pada analisis kualitas aspal yang dihasilkan dengan pemanfaatan *filler* berupa pasir gunung Galunggung dan pasir sungai Ciwulan.

Kinerja campuran beraspal tidak dapat dijelaskan hanya dengan hasil uji Marshall. Meskipun uji Marshall memberikan informasi penting tentang stabilitas, *flow*, dan nilai kekosongan, ada beberapa parameter lain yang juga penting untuk menilai kinerja campuran beraspal, antara lain uji permeabilitas yaitu untuk mengetahui daya tahan terhadap air, uji indeks ketahanan terhadap *rutting* yaitu menilai ketahanan terhadap deformasi permanen, uji ketahanan terhadap tekanan dingin yaitu mengukur ketahanan terhadap keretakan akibat suhu rendah, dan uji ketahanan terhadap sirkulasi yaitu menilai kinerja campuran saat mengalami beban berulang. Menggunakan kombinasi berbagai uji akan memberikan gambaran lebih komprehensif tentang kinerja campuran beraspal di lapangan.

Kontribusi dari studi analisis perbandingan *filler* pasir gunung dan pasir sungai pada kinerja campuran aspal AC-WC meliputi optimisasi material yaitu menyediakan informasi tentang *filler* yang lebih efisien yang dapat meningkatkan kinerja campuran, peningkatan kualitas yaitu mengetahui sifat masing-masing *filler* dapat membantu dalam memilih material yang lebih baik untuk meningkatkan stabilitas dan daya tahan campuran, pengurangan biaya yaitu memungkinkan pemilihan bahan yang lebih ekonomis tanpa mengorbankan kualitas, sehingga menurunkan biaya konstruksi, rekomendasi desain campuran yaitu memberikan panduan untuk desain campuran yang lebih baik berdasarkan karakteristik *filler* yang digunakan, serta mengidentifikasi penggunaan material lokal dan berkelanjutan, yang dapat mengurangi jejak karbon dari transportasi material. Studi ini berpotensi memberikan wawasan berharga bagi industri konstruksi dalam meningkatkan kinerja dan efisiensi material.

1.1 Rumusan Masalah

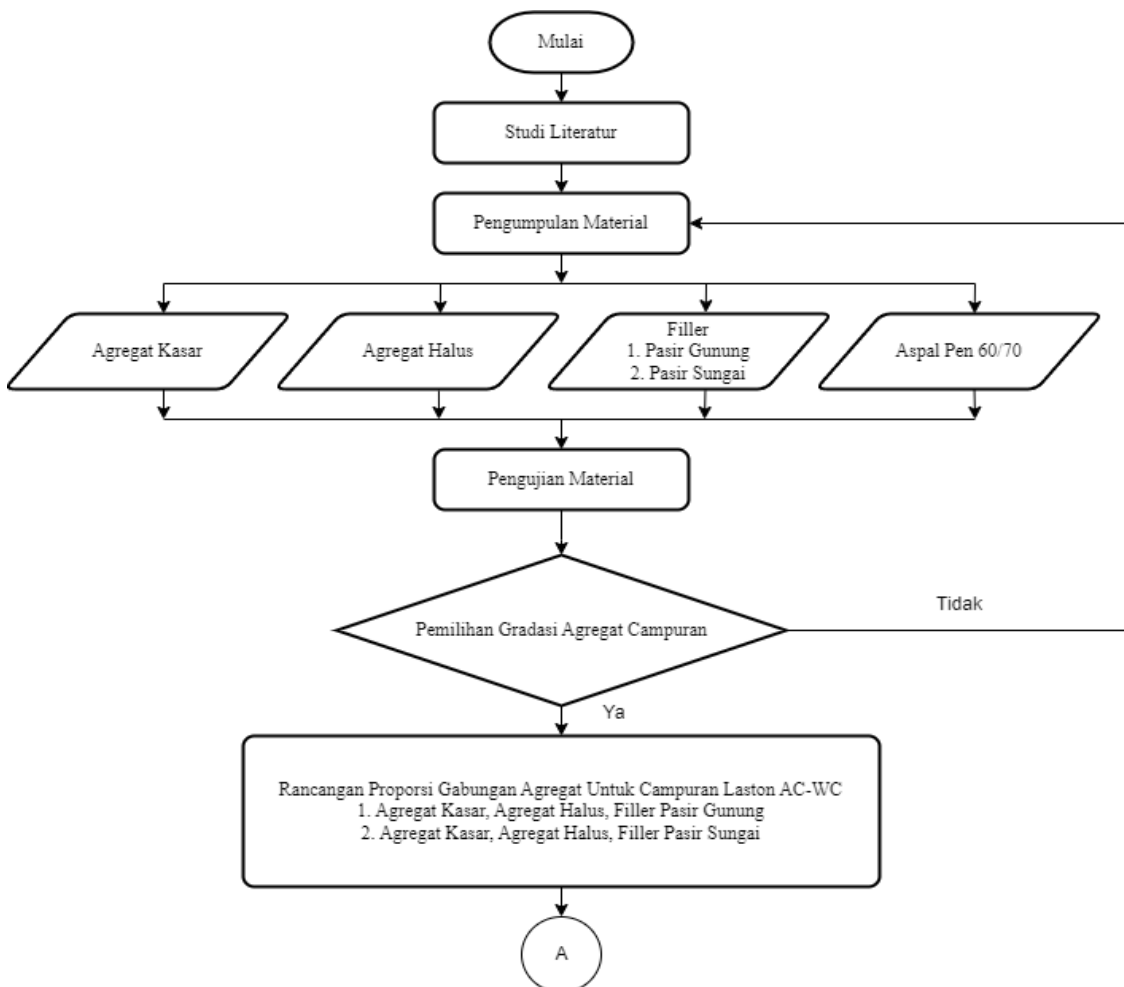
1. Bagaimana perbandingan karakteristik *Marshall* antara *filler* pasir gunung Galunggung dan pasir sungai Ciwulan pada campuran aspal AC-WC?
2. Bagaimana perbandingan karakteristik Pasir Gunung dan Pasir Sungai?

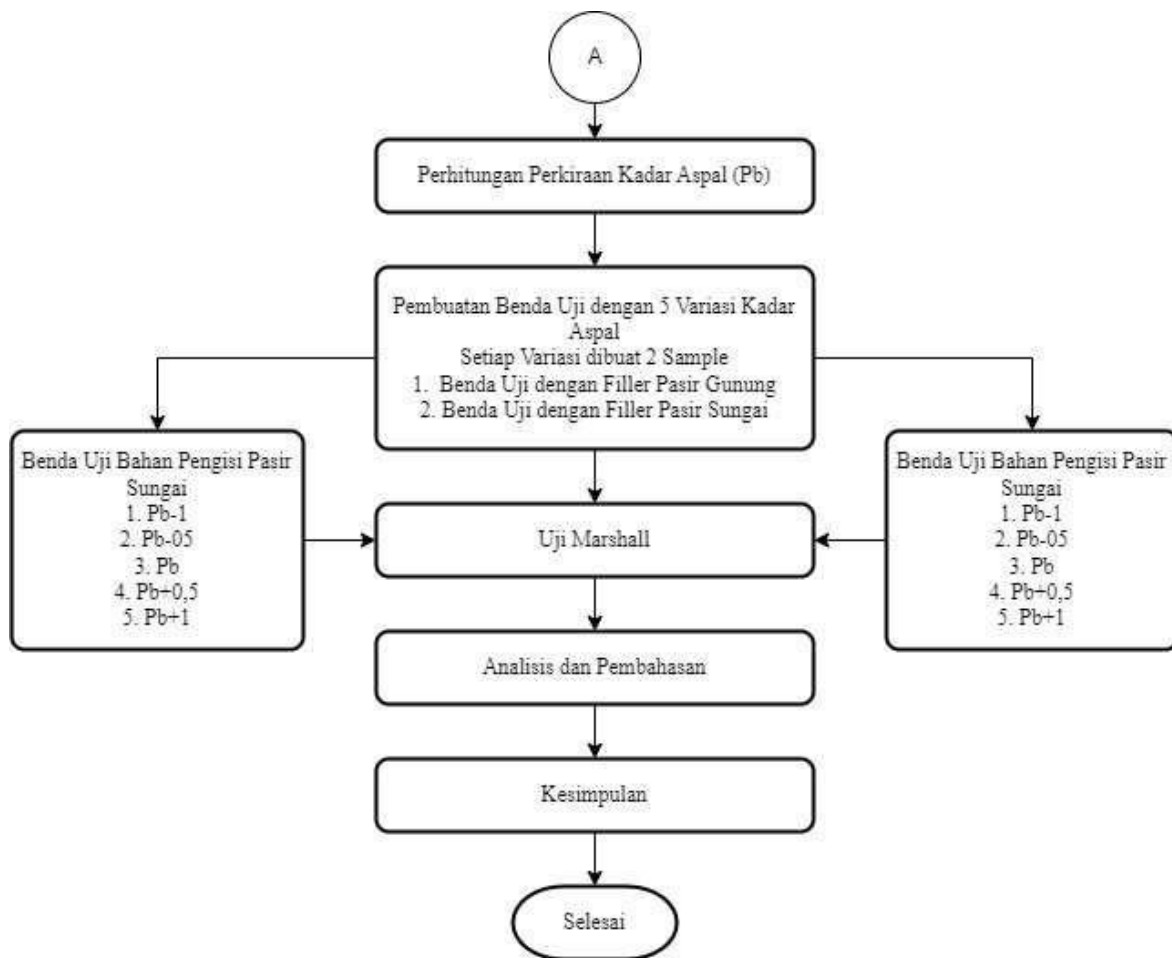
1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui perbandingan karakteristik *Marshall* antara *filler* pasir gunung Galunggung dan Pasir Sungai Ciwulan pada campuran aspal AC-WC.
2. Mengidentifikasi karakteristik Pasir Gunung Galunggung dan Pasir Sungai Ciwulan.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium PT. Trie Mukty Pertama Putra yang berlokasi di Jalan Pasanggrahan, Kecamatan Indihiang, Kabupaten Tasikmalaya. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *trial and error*. Pada penelitian ini akan menguji pengaruh penggantian pasir gunung dan pasir sungai sebagai *filler* pada campuran aspal AC-WC dengan pengujian Marshall. Pasir sungai memiliki ukuran partikel yang lebih halus dan bentuk yang lebih bulat dibandingkan dengan pasir gunung (Hamzah et al., 2016). Partikel yang lebih halus dan bulat dapat memberikan lebih banyak area permukaan kontak antara pasir dan aspal dan juga meningkatkan kemampuan pasir untuk meresap aspal (Pataras et al., 2017). Uji *Marshall* yaitu pengujian terhadap benda uji untuk menentukan nilai kadar aspal optimum dan juga karakteristik campuran dengan cara mengetahui nilai stabilitas dan juga *flow* yang dihasilkan dari pengujian tersebut dengan menggunakan kadar *filler* yang sama terhadap campuran (Setiawan, 2019). Uji Marshall ini merupakan metode yang terstandarisasi dan telah terbukti efektif dalam menilai kinerja campuran beraspal. Uji *Marshall* dipilih untuk aspal karena memberikan informasi penting tentang stabilitas, flow, dan kepadatan campuran. Metode ini relatif sederhana, cepat, dan efektif dalam menentukan proporsi optimal bahan, sehingga membantu dalam merancang campuran yang memiliki performa baik dalam kondisi lalu lintas dan iklim. Selain itu, hasilnya dapat digunakan untuk membandingkan berbagai campuran beraspal dalam konteks aplikasi praktis. Adapun langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan secara detail pada Gambar 1.





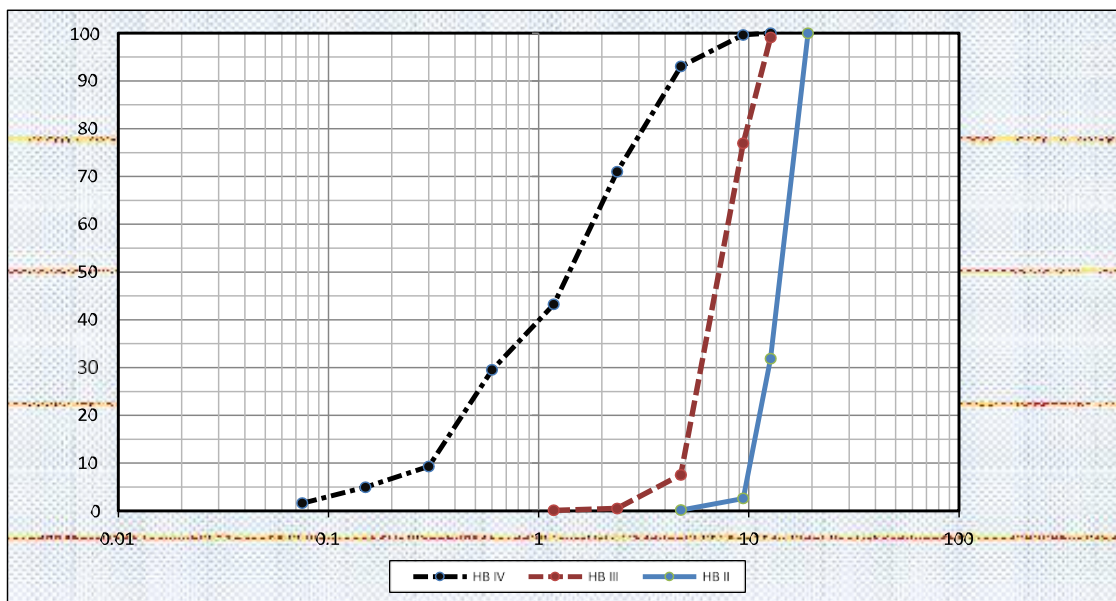
Gambar 1 Diagram Alir Rencana Penelitian
Sumber: Dokumen Pribadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

Metode analisis saringan agregat, seperti yang diatur dalam (SNI 03-1968-1990, 1990), digunakan untuk menentukan distribusi butiran atau gradasi pada agregat halus dan kasar. Tujuannya adalah untuk memperoleh presentasi jumlah butiran baik pada kedua jenis agregat tersebut. Hasil pengujian dapat memberikan informasi mengenai distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik pada agregat halus maupun agregat kasar. Adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.

Persen Lolos (%)



Gambar 2 Grafik Hasil Analisa Saringan Agregat Sumber : Dokumen Pribadi

3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis

Metode pengujian berat jenis, seperti yang diatur dalam (SNI 03-1969-1990, 1990), dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu dari agregat kasar, serta angka penyerapan dari agregat kasar. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi curah, kering, dan semu berat jenis, serta penyerapan angka ini signifikan. Pengujiannya adalah untuk mengidentifikasi curah, kering, dan semu berat jenis, serta penyerapan angka yang signifikan. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Hasil Pengujian Berat Jenis Hotbin II (Agregat Kasar)

Jenis pengujian	Hasil			Spesifikasi	Satuan
	I	II	Rata-rata		
Berat Jenis Bulk	2.618	2.592	2.605		g/cc
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	2.665	2.646	2.655		g/cc
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2.746	2.740	2.743	> 2.50	g/cc
Penyerapan (Absorpsi)	1.778	2.079	1.928	< 3	%

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 2 Hasil Pengujian Berat Jenis Hotbin III (Agregat Kasar)

Jenis pengujian	Hasil			Spesifikasi	Satuan
	I	II	Rata-rata		
Berat Jenis Bulk	2.576	2.595	2.586		g/cc
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	2.646	2.666	2.656		g/cc
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2.771	2.793	2.782	> 2.50	g/cc
Penyerapan (Absorpsi)	2.739	2.728	2.734	< 3	%

Sumber : Dokumen pribadi

Metode pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus, sesuai dengan (SNI 03-1970-1990, 1990), bertujuan untuk menentukan berat jenis curah hujan, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan udara dari agregat halus. Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh angka-angka tersebut sebagai parameter kualitas agregat halus. Hasil pengujian akan memberikan informasi mengenai berat jenis dan penyerapan agregat halus, yang penting untuk menilai kualitas agregat tersebut. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengujian Berat Jenis Hotbin IV (Agregat Halus)

Jenis pengujian	Hasil			Spesifikasi	Satuan
	I	II	Rata-rata		
Berat Jenis Bulk	2.547	2.570	2.559		g/cc
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	2.607	2.607	2.607		g/cc
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>)	2.708	2.739	2.724	> 2.50	g/cc
Penyerapan (Absorpsi)	2.333	2.396	2.365	< 3	%

Sumber : Dokumen pribadi

Merujuk pada persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018 dengan persyaratan minimal 2.5 g/cc dan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, berat jenis *filler* pasir gunung mendapatkan nilai sebesar 2.667 g/cc dan *filler* pasir sungai mendapatkan nilai sebesar 2.932 g/cc, maka dari itu hasil pengujian berat *filler* dinyatakan sesuai spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Berat Jenis *Filler* Pasir Gunung dalam satuan g/cc

Nomor contoh		Piknometer 1	Piknometer 2	Satuan
Berat piknometer + contoh	W2	103.7	107.5	g/cc
Berat piknometer	W1	53.7	46.2	g/cc
Berat <i>filler</i>	$W_t = W_2 - W_1$	50.0	61.3	g/cc
Berat piknometer + air + <i>filler</i>	W3	181.0	180.6	g/cc
Berat piknometer + air	W4	149.6	142.3	g/cc
$W_5 = W_2 - W_1 + W_4$		199.6	203.6	g/cc
Isi <i>filler</i>	$W_5 - W_3$	18.6	23.0	g/cc
Berat Jenis	$W_t / W_5 - W_3$	2.688	2.665	g/cc
Rata - rata		2.667		g/cc

Sumber : Dokumen pribadi

Tabel 5 Hasil Pengujian Berat Jenis *Filler* Pasir Sungai dalam satuan g/cc


	Nomor Contoh	Piknometer 1	Piknometer 2	Satuan
Berat piknometer + contoh	W2	104.2	146.6	g/cc
Berat piknometer	W1	53.7	46.2	g/cc
Berat <i>filler</i>	$W_t = W_2 - W_1$	50.5	100.4	g/cc

Nomor Contoh	Piknometer 1	Piknometer 2	Satuan	
Berat piknometer + air + filler	W3	183.1	280.0	g/cc
Berat piknometer + air	W4	149.6	142.3	g/cc
$W5 = W2 - W1 + W4$		200.1	242.7	g/cc
Isi filler	$W5 - W3$	17	34.7	g/cc
Berat Jenis	$Wt/W5 - W3$	2.971	2.893	g/cc
Rata - rata		2.932		g/cc

Sumber : Dokumen pribadi

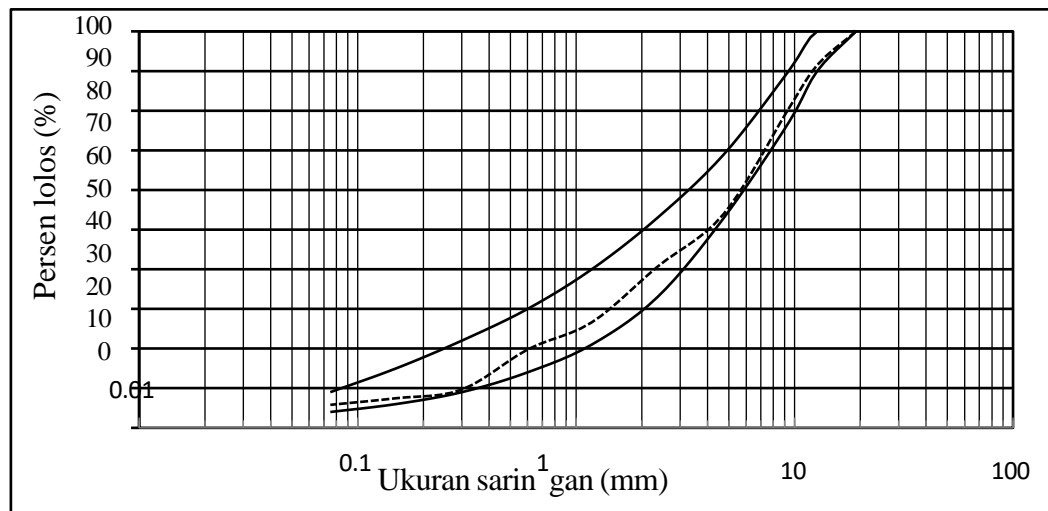
3.3 Analisa Agregat Gabungan

Dari hasil analisa agregat gabungan dengan komposisi 12% hotbin II, 33% hotbin III, 50% hotbin IV, dan 5% filler, ternyata memenuhi spesifikasi batas atas dan batas bawah, dan campuran dengan komposisi ini layak digunakan. Untuk lebih jelasnya hasil analisa agregat gabungan dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.

 PT. TRIE MUKTY PERTAMA PUTRA General Contractor - Stone Crusher - Asphalt Mixing Plant Jl. Pasanggrahan No. 39 Indihlang Tlp. 0265 - 335028, 314959 Tasikmalaya													
LAPORAN ANALISA AGREGAT GABUNGAN													
Nama proyek :													
Kontraktor :													
Laboratorium :	PT. Trie Mukty Pertama Putra												
Tgl. pengujian :													
Jenis campuran :	AC-WC												
Uraian	Ukuran saringan												
Inc	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Mm	37.5	25.4	19.1	12.7	9.4	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075	
Data Gradasi													
1. Hot bin II	100	100	100	31.86	2.61	0.16							
2. Hot bin III	100	100	100	99.09	76.97	7.53	0.52						
3. Hot bin IV	100	100	100	100	99.62	93.04	70.98	43.23	29.53	9.30	4.95	1.61	
4. Filler	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.00	100	100	
Combinasi agregat													
1. Hot bin II	12%	12.00	12.00	12.00	3.82	0.31	0.02						
2. Hot bin III	33%	33.00	33.00	33.00	32.70	25.40	2.49	0.17	0.00				
3. Hot bin IV	50%	50.00	50.00	50.00	50.00	49.81	46.52	35.49	21.61	14.76	4.65	2.48	
4. Filler	5%	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	
Total campuran	100%	100	100	100	91.52	80.52	54.02	40.66	26.61	19.76	9.65	7.48	5.81
Spesifikasi agregat Campuran AC.WC													
Atas		100	100	100	100	90	69	53	40	30	22	15	9
Bawah		100	100	100	90	77	53	33	21	14	9	6	4
* Kadar aspal perkiraan (Pb)	$Pb = 0.035 (\%CA) + 0.045 (\%FA) + 0.18 (\%FF) + \text{Konstanta}$												
	$Pb = 5.69 \%$												

Sumber : Dokumen pribadi

Gambar 3 Laporan Analisa Agregat Gabungan



Sumber : Dokumen pribadi

Gambar 4 Grafik Hasil Analisa Agregat Gabungan

3.4 Rancangan Kadar Aspal Campuran

Pembuatan benda uji untuk campuran AC-WC dimulai dari kadar aspal rencana. Perhitungan kadar aspal rencana menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$PB = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + C$$

$$PB = 0,035 (100 - 40,66) + 0,045 (40,66 - 5,81) + 0,18 (5,81 - 0) + 1$$

$$PB = 5,69 \% \cong 5,5 \%$$

Maka didapat kadar aspal rencana yaitu 5,5 %. Diambil 2 variasi kadar aspal rencana diatas PB dan 2 variasi kadar aspal rencana dibawah PB yaitu, 4,5%, 5%, 5,5 %, 6 %, 6,5 %. Masing-masing variasi kadar aspal dibuat 2 buah benda uji.

Setelah mendapatkan kadar aspal rencana (PB) untuk masing-masing *filler* pasir gunung dan pasir sungai, selanjutnya menghitung seberapa banyak aspal yang harus ditambahkan ke dalam campuran dengan persamaan rumus berikut:

Banyaknya aspal yang ditambahkan ke dalam campuran *filler* yaitu:

Contoh:

1. Berat aspal terhadap *filler* pasir gunung dengan PB 4,5%

$$\text{Rumus: } \frac{PB}{100-PB} \times \text{Agregat Gabungan Panas}$$

$$\text{Sample 1} = \frac{4,5}{100-4,5} \times 1094,5 = 51,5 \text{ g}$$

$$\text{Sample 2} = \frac{4,5}{100-4,5} \times 1090,0 = 51,5 \text{ g}$$

Untuk hasil keseluruhan dari perhitungan penambahan aspal terhadap gabungan agregat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Berat Aspal *Filler* Pasir Gunung dan Pasir Sungai

Kadar Aspal	Berat Aspal				Satuan
	<i>Filler</i> Pasir Gunung		<i>Filler</i> Pasir Sungai		
	1	2	1	2	
4,5	51,5	51,5	51,3	51,3	g
5	57,3	57,4	57,1	57,1	g
5,5	63,5	63,5	63,1	63,3	g
6	69,9	70,0	69,5	69,5	g
6,5	76,0	75,9	75,9	75,6	g

Sumber : Dokumen pribadi

3.5 Perbandingan Hasil Pengujian Marshall antara *Filler* Pasir Gunung dan *Filler* Pasir Sungai

Adapun formula perhitungan hasil pengujian di laboratorium dievaluasi dengan menerapkan rumus-rumus berikut:

- VFA atau Void Filled with Asphalt, adalah bagian dari VMA yang telah diisi dengan aspal, yang tidak termasuk aspal yang meresap ke dalam pori-pori masing masing butir agregat. Sebagai gantinya, VFA mencakup aspal yang bertindak untuk melapisi butir-butir agregat dalam beton aspal yang telah dipadatkan, membentuk lapisan atau selimut aspal.

$$VFA = 100(VMA - VIM) \text{ VMA Keterangan: \% dari VMA}$$

- VIM, singkatan dari Void In Mix, adalah volume rongga di dalam campuran beton aspal yang terdiri dari rongga di antara butir-butir agregat yang terikat oleh aspal.

$$VIM = 100 \times (G_{mm} - G_{mb} / G_{mm}) \%$$

- VMA atau Voids in them Mineral Aggregate, yang berarti volume rongga dalam campuran, mengindikasikan jumlah rongga yang terdapat di antara butir agregat dalam beton aspal yang telah padat.

$$VMA = (100 - G_{mb} \times P_s / G_{sb}) \%$$

- Stabilitas dihitung berdasarkan pada nilai yang terbaca pada jarum dial. Untuk mengonversi nilai stabilitas menjadi satuan alat Marshall, perlu dilakukan penyesuaian satuan dari pound force (Lbf) ke kilogram. Selanjutnya, nilai tersebut harus disesuaikan juga dengan faktor koreksi terkait ketebalan ataupun volume benda uji.
- Prosedur mendapatkan nilai flow serupa dengan nilai stabilitas, di mana nilai tersebut dilihat dari jarum dial. Perbedaannya, pada alat uji jarum dial flow, nilai flow umumnya telah dalam satuan milimeter (mm), jadi tidak lagi memerlukan konversi tambahan.

Tabel 7 Hasil Pengujian Marshall *Filler* Pasir Gunung dan *Filler* Pasir Sungai

Kadar Aspal (%)	Jenis <i>Filler</i>	VFA (%)	VIM (%)	VMA (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
4.5 %	Gunung	61.50	6.73	17.48	859	2.20	390
	Sungai	48.58	10.25	19.94	610	3.34	183
5 %	Gunung	70.85	5.06	17.35	941	2.69	350

Kadar Aspal (%)	Jenis Filler	VFA (%)	VIM (%)	VMA (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
	Sungai	57.44	8.30	19.50	800	2.77	289
5.5 %	Gunung	78.57	3.71	17.33	1011	3.23	314
	Sungai	70.23	5.38	18.06	877	3.29	267
6 %	Gunung	83.55	3.00	18.25	926	3.59	258
	Sungai	79.95	3.62	18.07	860	3.25	265
6.5 %	Gunung	85.79	2.74	19.32	882	3.49	253
	Sungai	85.27	2.78	18.84	873	3.31	264

Sumber : Dokumen pribadi

3.6 Hasil Pengujian Marshall KAO

Tabel 8 Hasil Pengujian Marshall KAO

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian		Spesifikasi	Satuan
		Filler Gunung	Filler Sungai		
1.	Stabilitas Marshall	912	693	Min. 800	Kg
2.	Flow	2.80	4.84	2,0 - 4,0	mm
3.	Marshall Quotient	326	143	-	Kg/mm
4.	Rongga dalam Campuran (VIM)	3.24	4.50	3,0 - 5,0	%
5.	Rongga dalam Agregat (VMA)	16.81	17.87	Min. 15	%
6.	Rongga Terisi Aspal (VFA)	80.74	74.85	Min. 65	%
7.	Kadar Aspal	5.50	6.00	-	%
8.	Berat Jenis	2.270	2.263	-	g/cc
9.	Stabilitas Marshall Sisa	92.70	92.83	Min 90,00	%
10.	Suhu Pencampuran	155	155	155 ± 1	°C
11.	Suhu Pematatan	145	145	145 ± 1	°C
12.	Jumlah Tumbukan Perbidang	75	75		

Sumber : Dokumen pribadi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan permasalahan, tujuan, dan pembahasan dalam hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut: Hasil pengujian marshall dari campuran *filler* pasir Gunung Galunggung pada kadar aspal optimum 5.5% mendapatkan nilai VIM 3,24%, VMA 16,81%, VFA 80,74% dan untuk hasil uji parameter marshall mendapatkan nilai stabilitas 912 kg, *flow* 2,80 mm dan MQ 326 kg/mm. Sedangkan pada campuran *filler* pasir Sungai Ciwulan dengan kadar aspal optimum 6% mendapatkan nilai VIM 4,50%, VMA 17,87%, VFA 74,85% dan untuk hasil uji parameter marshall mendapatkan nilai stabilitas 693 kg, *flow* 4,84 mm dan MQ 143 kg/mm.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa pasir Gunung Galunggung lebih baik dan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dibandingkan dengan Pasir Sungai Ciwulan sebagai campuran *filler* untuk aspal AC-WC.

Perbandingan karakteristik Pasir Gunung Galunggung dan pasir Sungai Ciwulan terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) *filler* sungai lebih tinggi yaitu 6% dibandingkan dengan *filler* pasir gunung 5,5% dikarenakan pasir sungai lebih besar daya serap terhadap aspal dibandingkan dengan pasir gunung. Pasir sungai memiliki ukuran partikel yang lebih halus dan bentuk yang lebih bulat dibandingkan dengan pasir gunung. Partikel yang lebih halus dan bulat dapat memberikan lebih banyak area permukaan kontak antara pasir dan aspal dan juga meningkatkan kemampuan pasir untuk meresap aspal.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan *filler* pasir gunung Galunggung lebih baik dari pada *filler* pasir Sungai Ciwulan, selain lebih baik dan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 pasir gunung Galunggung juga memiliki daya serap aspal yang lebih sedikit daripada pasir sungai Ciwulan sehingga dapat meminimalisir biaya konstruksi.

Dengan merujuk kepada hasil penelitian dan uji coba yang diperoleh dalam penelitian ini, berikut beberapa rekomendasi yang dapat diajukan untuk penelitian lanjutan, yaitu masih perlu penelitian lebih lanjut mengenai “Studi Analisis Perbandingan *Filler* Pasir Gunung dan Pasir Sungai pada Campuran Aspal AC-WC”, disarankan untuk melakukan pemeriksaan rutin pada peralatan guna mencegah kesalahan dalam pengumpulan data dan juga mengingat penelitian ini dilakukan sebagai uji coba di laboratorium, penting untuk menjaga akurasi dalam mengukur bahan-bahan, membaca data, menimbang material, dan melakukan perhitungan agar data yang dihasilkan dapat akurat dan valid.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewa, F. M., & Nurdianto, R. (2023). *Tasikmalaya Dan Gunung Kayamuth Garut*. 3(2), 10–17.
- Dunggio, H. (2017). TINJAUAN KERUSAKAN LAPIS PERMUKAAN JALAN BERDASARKAN ANALISIS KADAR ASPAL. *RADIAL*, 5, 111–130.
- Hamzah, R. A., Kaseke, O. H., & Manopo, M. M. (2016). “Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton – Lapis Aus Gradasi Senjang.” *Jurnal Sipil Statik*, 4(7), 447–452.
- Pataras, M., Astira, I. F., Arliansyah, J., Rangkuti, P., & Roynaldo, B. (2017). *Analisis penggunaan pasir pantai, darat, dan sungai terhadap kinerja laston dan lataston wearing course*. September, 978–979.
- Saleh, A., Yos, J., Km, S., & Pekanbaru, R. (2018). PENGARUH PENGGUNAAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN AC-BC DITINJAU DARI NILAI VITM. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 4, 36–42.
- Sasongko, R. N., Handajani, M., & Muldiyanto, A. (2023). Jurnal Civil Engineering Study PERBANDINGAN PENGGUNAAN FILLER SEMEN DENGAN FILLER KAPUR PADA KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC AKIBAT PENGARUH MASA PERENDAMAN AIR. *Jurnal Civil Engineering Study*, 3, 103–115. <https://journal.unisnu.ac.id/CES>
- Setiawan, D. (2019). Komptersisasi Perhitungan Parameter Marshall Untuk Rancangan Campuran Beton Aspal. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 9–27. <https://doi.org/10.28932/jts.v4i1.1293>
- SNI 03-1968-1990. (1990). Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Sni 03-1968-1990*, 1–5.
- SNI 03-1969-1990. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan air agregat kasar. *Bandung: Badan Standardisasnisi Indonesia*, 1–17.
- SNI 03-1970-1990. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis Agregat Halus. *Bandung: Badan Standarisasi Indonesia*, 1–17.