

BARAKKA

JURNAL BANGUNAN KONSTRUKSI

ISSN(e) : 3031-5646 / ISSN(p) : 3031-5654

Analisis Perbandingan Kinerja Campuran Aspal dengan Agregat Kasar Dominan Bulat dan Agregat Kasar Dominan Pecah Menggunakan Uji Marshall

Nur Indah Saputri¹, Zainal Arifin Halim²

¹Universitas Islam Makassar, ²Universitas Islam Makassar

¹nindah1908@gmail.com, ²zainalarifinhalim.dty@uim-makassar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membandingkan kinerja campuran aspal beton *Asphalt Concrete-Base* (AC-Base) menggunakan dua jenis agregat kasar: batu koral dan batu pecah. Fokus utama adalah perbandingan karakteristik Uji Marshall untuk menilai perbedaan signifikan dalam kinerja mekanis. Metode penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Islam Makassar, dengan pengujian Marshall untuk mengevaluasi *flow*, VIM, VMA, VFA, dan *Marshall Quotient* (MQ). Hasil menunjukkan bahwa kedua campuran aspal memiliki nilai stabilitas yang serupa dan memenuhi spesifikasi, namun terdapat perbedaan signifikan pada nilai *flow*. Campuran dengan agregat kasar 100% pecah memenuhi spesifikasi *flow*, sedangkan campuran dengan agregat koral tidak. Ini menunjukkan bahwa agregat pecah lebih efektif dalam memberikan *deformabilitas*. Secara keseluruhan, campuran aspal dengan agregat pecah menunjukkan kinerja lebih baik dalam kepadatan, stabilitas, dan nilai MQ. Rekomendasi yang dihasilkan untuk tidak menggunakan agregat koral dalam campuran AC-Base.

Kata kunci: AC-Base, Agregat Kasar, Batu Koral, Batu Pecah, Uji Marshall

Abstract

This study compares the performance of Asphalt Concrete-Base (AC-Base) asphalt concrete mixtures using two types of coarse aggregate: coral and crushed stone. The main focus was the comparison of Marshall Test characteristics to assess significant differences in mechanical performance. Method of the research was conducted at the Faculty of Engineering Laboratory, Islamic University of Makassar, with Marshall testing to evaluate flow, VIM, VMA, VFA, and Marshall Quotient (MQ). The results showed that both

asphalt mixtures had similar stability values and met the specifications, but there were significant differences in the flow values. The mix with 100% crushed coarse aggregate met the flow specification, while the mix with coral aggregate did not. This indicates that the crushed aggregate is more effective in providing deformability. Overall, the asphalt mixtures with crushed aggregate performed better in density, stability, and MQ values. The resulting recommendation is not to use coral aggregate in AC-Base mixes.

Keywords: AC-Base, Coarse aggregate, Coral stone, Crushed stone, Marshall test

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Infrastruktur adalah faktor yang sangat krusial di suatu wilayah sebagai penunjang aksesibilitas masyarakat untuk memenuhi kebutuhan ekonomi, sosial, budaya, pendidikan, dan lain-lain [1]. Infrastruktur jalan sangat penting karena menjadi sarana akses bagi masyarakat dalam menjalani aktivitas sehari-hari [2].

Perkerasan adalah jenis struktur yang ditempatkan di tanah, dirancang untuk menopang beban lalu lintas yang melewatinya [3]. Konstruksi jalan terdiri atas lapisan perkerasan dan lapisan permukaan [4].

Agregat adalah komponen utama dari campuran aspal. Material ini digunakan dalam pembangunan permukaan jalan dan memiliki fungsi utama untuk mendukung berat kendaraan yang lewat

[5]. Bahan agregat merupakan elemen penting dalam campuran aspal beton. Mereka memiliki peranan yang sangat signifikan dalam menentukan kekuatan struktural, daya tahan terhadap aus, serta ciri mekanik dari permukaan jalan [6].

Secara umum di Indonesia, perkerasan lentur biasanya dibuat dengan menggunakan agregat yang dibuat sendiri atau batu pecah. Batu ini dihasilkan dari pabrik pemecah batu, yang memiliki permukaan kasar dan sudut tajam, sehingga bisa menempel dengan sangat baik pada aspal [7].

Namun, meskipun memiliki ciri yang berbeda, batu bulat agregat juga sering dipakai. Adapun kelebihan agregat batu koral yaitu biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan batu pecah dan proses pengolahannya juga lebih mudah karena tidak perlu dipecah lagi [6]. Pada penelitian ini, pengambilan sampel berasal dari Tanalle, Desa Watu, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng. Sedangkan agregat kasar batu koral berasal dari Asanae, Desa Marioritenga, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng.

Uji Marshall merupakan metode yang telah banyak digunakan untuk mengevaluasi kinerja campuran aspal. Selain itu, karakteristik campuran Marshall juga menjadi parameter utama dalam mengevaluasi kinerja perkerasan jalan. Adapun karakteristik Marshall yang akan di uji meliputi kelelahan (*flow*), *Void In Mix* (VIM), *Void In Material Aggregate* (VMA), *Void Filled with Asphalt* (VFA), dan *Marshall Quotient* (MQ) [8].

I.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan stabilitas dan *flow* campuran aspal yang menggunakan agregat kasar dominan batu koral dan agregat kasar 100 % pecah berdasarkan hasil uji marshall ?
2. Apakah terdapat perbedaan signifikan dalam kinerja mekanis campuran aspal yang menggunakan agregat kasar dominan batu koral dibandingkan dengan agregat kasar 100 % pecah ?

I.3. Tujuan Penelitian

Dengan menggunakan uji Marshall, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja campuran aspal yang menggunakan agregat kasar dominan batu koral dan agregat kasar 100 % pecah pada campuran aspal beton *AC-Base*, serta untuk menentukan jenis agregat mana yang lebih unggul dalam hal kinerja.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Campuran Aspal Beton (*Asphalt Concrete*)

Salah satu jenis bahan yang sering dipakai untuk perkerasan jalan di Indonesia adalah campuran lapisan aspal beton, yang juga dikenal sebagai laston. Biasanya, bahan ini digunakan untuk lapisan atas jalan [9]. Campuran aspal beton, atau sering juga disebut sebagai *Hot Mix*, adalah bahan untuk membuat jalan terbuat dari campuran agregat besar, agregat kecil (batu halus), bahan pengisi seperti filler, dan aspal yang berfungsi sebagai pengikat. Lapis aspal beton (*Laston*) yang selanjutnya disebut *AC (Asphalt Concrete)* ialah sebuah lapisan yang digunakan untuk menutupi permukaan jalan. Lapisan ini memiliki sifat struktural yang terdiri dari campuran agregat dengan ukuran yang bervariasi bersama dengan aspal keras. Campuran ini diolah, diletakkan, dan dipadatkan pada suhu tinggi [10].

II.2. Lapisan *Asphalt Concrete – Base (AC-Base)*

Asphalt Concrete – Base (AC-Base) adalah bagian dasar dari permukaan jalan yang terbuat dari campuran bahan agregat dan aspal dengan proporsi yang sudah ditentukan [11]. *AC-Base* berperan dalam menyebarkan beban lalu lintas dari lapisan atas ke lapisan yang berada di bawah *subgrade* akibat beban berat.

III.3. Agregat Kasar

Peran utama agregat kasar dalam campuran aspal adalah sebagai kerangka yang memberikan kekuatan serta stabilitas pada campuran tersebut. Agregat kasar dapat memberikan tahanan geser yang tinggi, yang membantu mencegah deformasi permanen akibat beban lalu lintas. Agregat kasar membentuk jaringan yang saling mengunci di dalam campuran aspal, yang meningkatkan kekuatan tekan dan kekuatan perkerasan atau kekuatan secara keseluruhan struktur.

Dalam penelitian ini, batu bulat atau biasa disebut dengan batu koral adalah batu yang memiliki bentuk bulat yang biasanya dihasilkan dari proses alami, seperti pengikisan oleh air atau angin, yang menghasilkan butiran dengan sudut yang lebih halus dibandingkan dengan agregat batu pecah.

Pada penelitian ini, pengambilan sampel berasal dari Tanalle, Desa Watu, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng. Sedangkan agregat kasar batu koral berasal dari Asanae, Desa Marioritenga, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng.

A. Pengujian Analisa Saringan

Analisis saringan agregat merupakan proses untuk menentukan seberapa banyak berat butiran agregat yang berhasil melewati satu rangkaian saringan. Setelah itu, angka persentase yang didapat akan digambarkan dalam grafik distribusi butir.

B. Pengujian Berat Jenis

Berat jenis merujuk pada perbandingan antara massa dan volume bahan yang sedang diuji. Sementara itu, penyerapan menunjukkan seberapa baik suatu bahan dapat menyerap air. Porositas adalah istilah untuk jumlah rongga atau pori yang terdapat dalam agregat.

C. Pengujian Kadar Lumpur

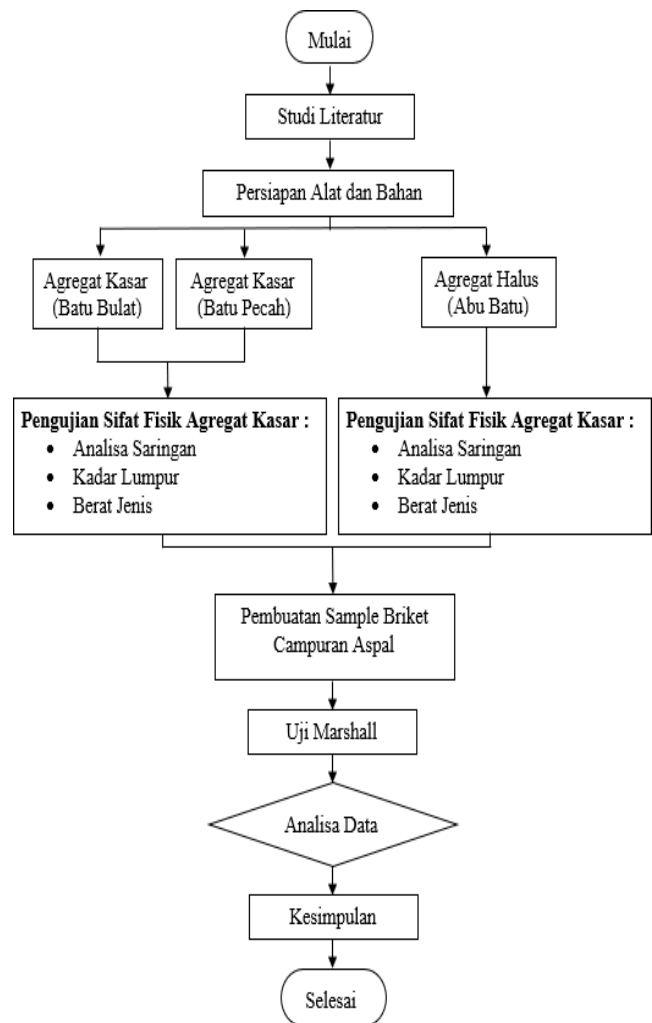
Pengujian kadar lumpur adalah pemeriksaan presentase kandungan lumpur yang terdapat pada sampel. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa agregat kasar memenuhi syarat yang ditetapkan. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak persentase lumpur yang ada dalam agregat kasar melalui proses pencucian.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam suatu proses penelitian perbandingan kinerja campuran aspal diperlukan data untuk melakukan analisis yang baik dengan mengacu pada data, informasi, teori dasar untuk membantu penelitian ini.

1. Studi Literatur bertujuan untuk mencari informasi yang berhubungan dengan cara mengumpulkan data dari sumber-sumber tertulis, membaca, mencatat, dan memproses informasi [12].
2. Penelitian eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Universitas Islam Makassar yang berupa pengujian sifat fisik dan mekanik. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan untuk menemukan efek dari tindakan yang sengaja dilakukan oleh peneliti [13].

Alur Bagan Penelitian



Gambar 1. Alur bagan penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Fisik Agregat Kasar

Berdasarkan dari hasil uji yang didapatkan data-data sifat fisik yang harus diketahui untuk pencampuran aspal panas sebagai bahan uji pada penelitian ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar Pecah

REKAPITULASI PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR PECAH					
MATERIAL : AC - BASE					
ANALISA SARINGAN AGREGAT		(%) LOLOS			
UKURAN SARINGAN		Abu Batu	0.5 - 1	1 - 2	2 - 3
2'	50,00	100,00	100,00	100,00	100,00
11/2'	38,10	100,00	100,00	100,00	100,00
1'	25,40	100,00	100,00	100,00	71,66
3/4'	19,00	100,00	100,00	92,15	0,01
1/2'	12,50	100,00	100,00	8,94	0,01
3/8'	9,50	100,00	98,61	0,74	0,01
NO.4	4,75	100,00	18,91	0,10	0,01
NO.8	2,36	73,40	1,55	0,09	0,01
NO.16	1,18	36,70	0,72	0,08	0,01
NO.30	0,60	22,50	0,47	0,08	0,01
NO.50	0,30	16,80	0,32	0,07	0,01
NO.100	0,15	10,00	0,23	0,07	0,01
NO.200	0,08	3,40	0,18	0,07	0,01
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR PECAH					
BULK		2,518	2,771	2,201	2,540
SSD		2,604	2,802	2,215	2,559
SEMU		2,755	2,859	2,232	2,589
PENYERAPAN		3,434	1,100	0,650	0,750
KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR PECAH					
KADAR LUMPUR (%)		3,274	0,250	0,300	0,250

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar Batu Koral

REKAPITULASI PEMERIKSAAN AGREGAT KASAR DOMINAN BULAT					
MATERIAL : AC - BASE					
ANALISA SARINGAN AGREGAT		(%) LOLOS			
UKURAN SARINGAN		Abu Batu	0.5 - 1	1 - 2	2 - 3
2'	50 mm	100,00	100,00	100,00	100,00
11/2'	38,1 mm	100,00	100,00	100,00	100,00
1'	25,4 mm	100,00	100,00	100,00	76,94
3/4'	19 mm	100,00	100,00	98,86	24,24
1/2'	12,5 mm	100,00	100,00	31,50	0,07
3/8'	9,5 mm	100,00	95,32	0,44	0,06
NO.4	4,75 mm	100,00	33,90	0,00	0,05
NO.8	2,36 mm	73,40	0,34	0,00	0,05
NO.16	1,18 mm	36,70	0,32	0,00	0,05
NO.30	0,6 mm	22,50	0,30	0,00	0,05
NO.50	0,3 mm	16,80	0,29	0,00	0,05
NO.100	0,15 mm	10,00	0,28	0,00	0,05
NO.200	0,075 mm	3,40	0,28	0,00	0,05
BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR DOMINAN BULAT					
BULK		2,518	2,480	2,344	2,770
SSD		2,604	2,507	2,378	2,791
SEMU		2,755	2,547	2,427	2,828
PENYERAPAN		3,434	1,060	1,470	0,750
KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR DOMINAN BULAT					
KADAR LUMPUR (%)		3,274	2,750	0,320	0,300

Sumber : Hasil Perhitungan

IV.2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Campuran Aspal Menggunakan Uji Marshall

Berdasarkan dari hasil uji didapatkan data-data campuran aspal yang dilakukan melalui uji Marshall dengan 5 variasi kadar aspal yang berbeda.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Campuran Aspal dengan Agregat Kasar Pecah

SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPEKIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2.219	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	4.50	-
c.	VIM	(%)	7.62	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	15.35	Min. 13
e.	VFA	(%)	50.84	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	2176	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	3.53	Min. 3,0 - Maks.6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2.402	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPEKIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2.292	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	5.00	-
c.	VIM	(%)	5.98	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	15.09	Min. 13
e.	VFA	(%)	60.67	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	1915	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	4.28	Min. 3,0 - Maks.6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2.438	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPEKIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2.258	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	5.50	-
c.	VIM	(%)	6.70	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	16.77	Min. 13
e.	VFA	(%)	64.40	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	2109	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	4.75	Min. 3,0 - Maks.6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2.421	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPEKIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2.254	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	6.00	-
c.	VIM	(%)	6.25	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	17.39	Min. 13
e.	VFA	(%)	64.33	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	1972	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	5.21	Min. 3,0 - Maks.6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2.404	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPEKIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2.288	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	6.50	-
c.	VIM	(%)	4.13	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	16.57	Min. 13
e.	VFA	(%)	75.64	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	1828	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	6.28	Min. 3,0 - Maks.6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2.387	-

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 3 merupakan rekapitulasi hasil dari pengujian campuran aspal dengan agregat kasar 100 % batu pecah menggunakan uji marshall dengan 5 variasi kadar aspal yang berbeda dan pengujiannya dilakukan di Laboratorium.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Uji Marshall Campuran Aspal dengan Agregat Kasar Dominan Bulat

SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPESIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2,23	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	4,50	-
c.	VIM	(%)	8,58	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	16,05	Min. 13
e.	VFA	(%)	46,57	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	2327	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	1,88	Min. 3,0 - Maks. 6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2,44	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPESIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2,21	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	5,00	-
c.	VIM	(%)	10,14	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	18,62	Min. 13
e.	VFA	(%)	45,52	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	1826	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	1,58	Min. 3,0 - Maks. 6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2,46	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPESIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2,29	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	5,50	-
c.	VIM	(%)	6,47	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	16,34	Min. 13
e.	VFA	(%)	60,92	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	2107	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	1,99	Min. 3,0 - Maks. 6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2,44	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPESIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2,28	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	6,00	-
c.	VIM	(%)	5,95	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	16,92	Min. 13
e.	VFA	(%)	66,15	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	1969	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	2,05	Min. 3,0 - Maks. 6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2,43	-
SIFAT CAMPURAN ASPAL			PERCOBAAN MARSHALL	SPESIFIKASI
a.	Berat isi	(gr/cc)	2,32	-
b.	Variasi Kadar Aspal	(%)	6,50	-
c.	VIM	(%)	3,83	Min. 3,0 - Maks. 5,0
d.	VMA	(%)	16,10	Min. 13
e.	VFA	(%)	76,55	Min. 65
f.	STABILITAS	(Kg)	2402	Min. 1.800
g.	FLOW	(mm)	2,17	Min. 3,0 - Maks. 6,0
h.	GMM (Berat Jenis Campuran)		2,41	-

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan tabel 4 merupakan rekapitulasi hasil dari pengujian campuran aspal dengan agregat kasar dominan batu bulat menggunakan uji marshall dengan 5 variasi kadar aspal yang berbeda dan pengujiannya dilakukan di Laboratorium.

IV.3. Pembahasan Sifat Fisik Agregat Kasar Pecah

A. Pengujian Analisa Saringan

Dalam analisis saringan agregat kasar batu pecah ukuran 2-3 yang dilakukan menunjukkan bahwa dari total sampel 2.500 gram yang diuji, sebagian besar material tertahan pada saringan dengan ukuran 1” dan 3/4”. Pada saringan 1”, sebanyak 881,1 gram atau 35,24 % dari total sampel tertahan, sementara 536 gram atau 21,44 % tertahan pada saringan 3/4 “. Saringan-saringan mulai

dari 1/2 “ hingga No.200, tidak menunjukkan adanya berat tertahan. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar material yang diuji memiliki ukuran yang lebih besar dri 1”.

Dalam pengujian analisa saringan batu pecah ukuran 1-2 yang dilakukan bahwa dari total sampel 5.000 gram menunjukkan distribusi ukuran partikel yang signifikan. Dari data yang diperoleh, saringan 1/2” mencatatkan berat tertahan tertinggi, yaitu 420,3 gram atau 91,5 % dari total sampel, sedangkan pada saringan 3/4” dengan 365,3 gram atau 7,3 %. Pada saringan 3/8”, No.4, dan seterusnya, menunjukkan bahwa hampir seluruh material lolos. Hanya sedikit material yang tertahan pada saringan-saringan halus, dengan berat tertahan yang sangat kecil, menunjukkan bahwa sebagian besar partikel dalam sampel memiliki ukuran lebih besar dari 1/2”.

Dalam pengujian analisa saringan batu pecah ukuran 0,5-1 yang dilakukan bahwa material yang tertahan pada saringan 3/8” sebesar 400,0 gram atau 1,6 %, sebagian besar material tertahan pada saringan dengan ukuran No.4 dan No.8. pada saringan No.4, tercatat berat tertahan sebesar 1989,4 gram atau 81,2 % dari total sampel, sedangkan saringan No.8 tercatat 431,7 gram atau 98,4 %. Saringan-saringan yang lebih halus, mulai dari No.16 hingga No.200 menunjukkan berat tertahan yang sangat kecil.

B. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis batu pecah 2-3 menunjukkan bahwa berat jenis bulk rata-rata adalah 2,5400 g/cm3. Sementara itu, untuk berat jenis kering pada permukaan jenuh, rata-rata nilainya adalah 2,5591 g/cm3. Berat jenis semu (apparent) tercatat rata-rata 2,5893 g/cm3, dan penyerapan mencapai 0,75 %.

Sementara itu, pengujian berat jenis batu pecah 1-2 menghasilkan nilai average untuk berat jenis bulk sebesar 2,2005 g/cm3. Berat jenis kering pada permukaan jenuh memiliki rata-rata 2,2148 g/cm3, dan berat jenis semu (apparent) rata-rata 2,2325 g/cm3. Penyerapan yang diperoleh adalah 0,65 %.

Pengujian berat jenis batu pecah 0,5-1 menunjukkan bahwa berat jenis bulk rata-rata adalah 2,7714 g/cm3. Berat jenis kering pada permukaan jenuh mencapai 2,8019 g/cm3, dan nilai rata-rata untuk berat jenis semu

(apparent) adalah 2,8585 g/cm³. Penyerapan di sini sebesar 1,1 %.

C. Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil uji kadar lumpur agregat kasar batu pecah 2-3 di laboratorium mendapatkan hasil persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 0,25%.

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar batu pecah 1-2 di laboratorium mendapatkan hasil persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 0,30 %.

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar batu pecah 0,5-1 di laboratorium mendapatkan hasil persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 0,25%.

D. Pembahasan Sifat Fisik Agregat Kasar Koral

1. Pengujian Analisa Saringan

Dalam pengujian analisis saringan agregat kasar batu bulat ukuran 2-3 yang dilakukan menunjukkan bahwa dari total sampel 2.500 gram yang diuji, sebagian besar material tertahan pada saringan 3/4" yaitu sebesar 1320,0 gram atau 76,73 %, pada saringan 1" tercatat 5982 gram atau 23,93 %, dan pada saringan 1/2" material tertahan sebesar 580,0. Sementara pada saringan 3/8" hingga No.200 menunjukkan berat tertahan yang sangat kecil.

Dalam pengujian analisa saringan batu bulat ukuran 1-2 yang dilakukan bahwa dari total sampel 2.500 gram yang diuji, pada saringan 3/4" tertahan sebesar 42,0 gram atau 1,7 %, sebagian besar material tertahan pada saringan 1/2" yaitu sebesar 1663,0 gram atau 68,2 %, pada saringan 3/8" tercatat 788,0 gram atau 99,7 %. Sementara pada saringan No.4 hingga No.200 menunjukkan berat tertahan yang sangat kecil.

Dalam pengujian analisa saringan batu bulat ukuran 0,5-1 yang dilakukan bahwa dari total sampel 2.500 gram yang diuji, pada saringan 3/8" tertahan sebesar 111,0 gram atau 4,4 %, material tertahan pada saringan No.4 yaitu sebesar 1464,0 gram atau 63,0 %, pada saringan No.8 tercatat 914,0 gram. Sementara pada saringan No.16 hingga No.200 menunjukkan berat tertahan yang sangat kecil.

2. Pengujian Berat Jenis

Hasil dari pengujian berat jenis batu bulat ukuran 2-3 menunjukkan bahwa rata-rata berat jenis bulk adalah 2,7697 g/cm³. Sedangkan berat jenis kering permukaan senuh rata-rata sebesar 2,7905 g/cm³, kemudian berat jenis semu (apparent) rata-rata tercatat 2,8285 g/cm³, dan penyerapan air mencapai 0,75 %.

Hasil pengujian berat jenis batu bulat 1-2 menunjukkan nilai untuk berat jenis bulk diperoleh rata-rata 2,3436 g/cm³, berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata 2,3781 g/cm³, berat jenis semu (apparent) rata-rata 2,4272 g/cm³, dan penyerapan sebesar 1,47 %.

Hasil pengujian berat jenis batu bulat 0,5-1 menunjukkan nilai untuk berat jenis bulk diperoleh rata-rata 2,4803 g/cm³, berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata 2,5066 g/cm³, berat jenis semu (apparent) rata-rata 2,5473 g/cm³, dan penyerapan sebesar 1,06 %.

3. Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar batu bulat 2-3 di laboratorium mendapatkan hasil persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 0,30%.

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar batu bulat 1-2 di laboratorium mendapatkan hasil persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 0,32 %.

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar batu bulat 0,5-1 di laboratorium mendapatkan hasil persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 2,75%.

E. Pembahasan Sifat Fisik Halus (Abu Batu)

1. Pengujian Analisa Saringan

Hasil pengujian analisa saringan dari total sampel 2.500 gram menunjukkan bahwa sebagian besar material tertahan pada saringan No. 8 dan No. 16. Pada saringan No. 8, tercatat berat tertahan sebesar 705,0 gram atau 28,2%, sedangkan saringan No. 16 mencatat 920,0 gram atau 65,0%. Saringan No. 30 dan No. 50 juga menunjukkan berat tertahan yang signifikan, masing-masing sebesar 350,0 gram (79,0%) dan 135,0 gram (84,4%). Sementara itu, saringan yang lebih halus, seperti No. 100 dan No. 200, menunjukkan berat tertahan yang lebih kecil, dengan persentase lolos yang mencapai 96,2% dan 88,6%.

2. Pengujian Berat Jenis

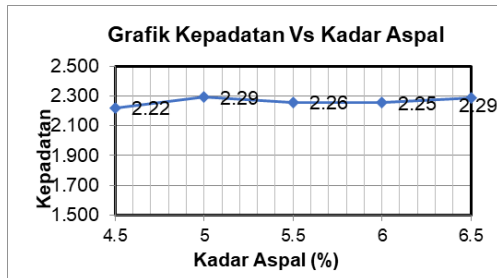
Hasil pengujian berat jenis abu batu menunjukkan nilai untuk berat jenis bulk diperoleh rata-rata $2,5182 \text{ g/cm}^3$, berat jenis kering permukaan jenuh rata-rata $2,6042 \text{ g/cm}^3$, berat jenis semu (*apparent*) rata-rata $2,7551 \text{ g/cm}^3$, dan penyerapan sebesar 3,4136 %.

3. Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat halus di laboratorium dengan cara pengendapan mendapatkan hasil rata-rata 3,27 %.

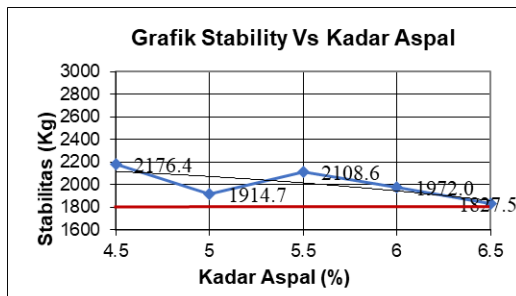
F. Pembahasan Karakteristik Marshall Test Campuran Aspal

1. Grafik Karakteristik Uji Marshall Campuran Aspal Menggunakan agregat Kasar Pecah



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

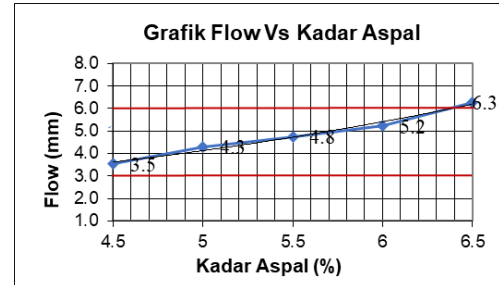
Berdasarkan gambar 2, hubungan kadar aspal dengan kepadatan diperoleh bahwa kadar aspal 4,5 % memiliki kepadatan paling rendah diantara ke empat variasi kadar aspal lainnya, sedangkan kadar aspal yang memiliki kepadatan paling tinggi yaitu kadar aspal 5 % dan 6,5 %.



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas, min.1.800 (Kg)

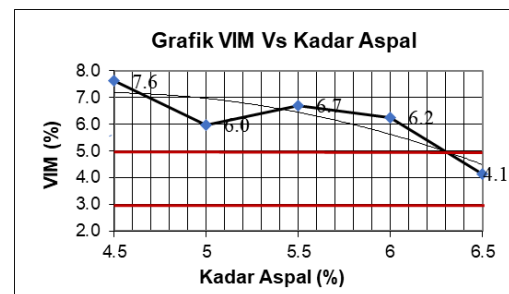
Berdasarkan gambar 3, hubungan kadar aspal dengan stabilitas diperoleh bahwa kadar

aspal 6,5 % memiliki nilai stabilitas paling rendah, namun masih termasuk dalam spesifikasi. Sedangkan kadar aspal yang memiliki nilai stabilitas paling tinggi yaitu kadar aspal 4,5 %.



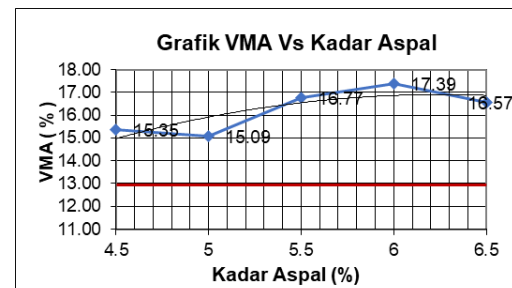
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Pelelehan (Flow), min. 3-6 (mm)

Berdasarkan gambar 4, hubungan kadar aspal dengan pelelehan (*flow*) diperoleh bahwa variasi kadar aspal 6,5 % melebihi spesifikasi, sedangkan variasi kadar aspal lainnya memiliki nilai *flow* yang masih sesuai dengan spesifikasi.



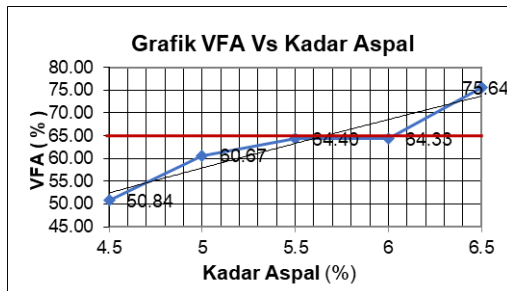
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Dalam Campuran (VIM), min 3,0-5,0 (%)

Berdasarkan gambar 5, hubungan kadar aspal dengan void in mix (VIM) atau rongga dalam campuran diperoleh bahwa hanya kadar aspal 6,5 % yang memenuhi spesifikasi nilai VIM. Sementara itu, variasi kadar aspal lainnya menunjukkan nilai VIM yang melebihi batas spesifikasi, yang berarti bahwa campuran itu memiliki rongga yang banyak.



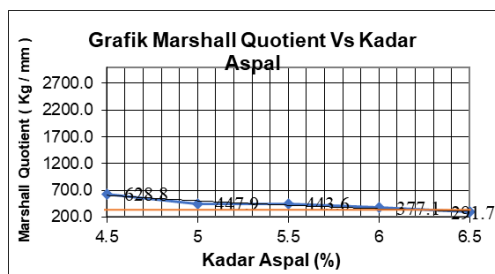
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Dalam Agregat (VMA), min. 13 (%)

Berdasarkan grafik 6, hubungan kadar aspal dengan void in mineral aggregate (VMA) atau rongga dalam agregat diperoleh bahwa semua variasi kadar aspal berhasil memenuhi spesifikasi nilai VMA.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Terisi Aspal (VFA), min. 65 (%)

Berdasarkan gambar 7, terlihat bahwa dari semua variasi kadar aspal yang diuji, hanya kadar aspal 6,5 % yang mencapai spesifikasi nilai void filled with asphalt (VFA) atau rongga terisi aspal. Sementara itu, variasi kadar aspal lainnya menunjukkan nilai VFA yang berada di bawah batas spesifikasi, yang berarti bahwa campuran tersebut memiliki kandungan aspal yang tidak cukup untuk mengisi void yang ada.

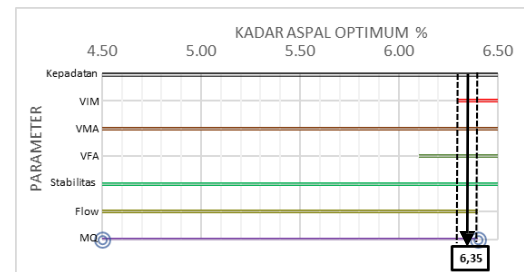


Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient, min. 300 (Kg/mm)

Berdasarkan gambar 8, hubungan kadar aspal dengan Marshall Quotient atau nilai keseimbangan antara kekuatan dan deformabilitas campuran aspal diperoleh bahwa semua variasi kadar aspal memenuhi spesifikasi nilai Marshall Quotient.

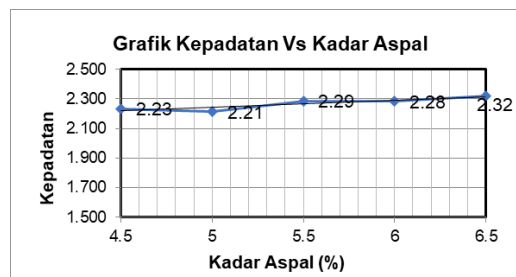
Dari hasil karakteristik marshall test campuran aspal menggunakan agregat kasar 100 % pecah, dapat ditentukan kadar aspal

optimum (KAO) yaitu 6,35 %, sebagaimana yang disajikan grafik berikut :



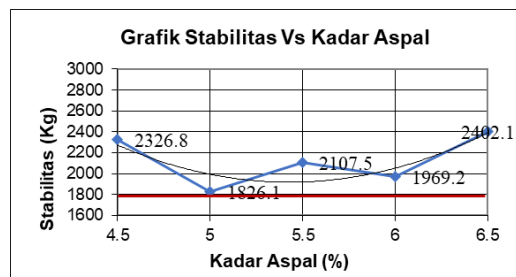
Gambar 9. Grafik Kadar Aspal Optimum

2. Grafik Karakteristik Uji Marshall Campuran Aspal Menggunakan Agregat Kasar Dominan Korat



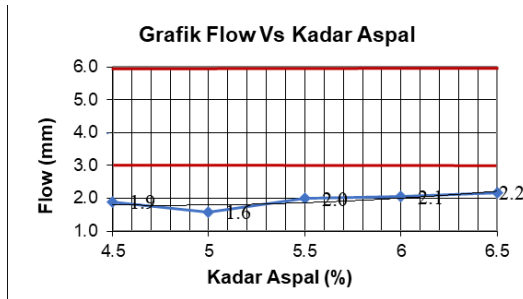
Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

Berdasarkan gambar 10, bahwa kadar aspal 5% mempunyai kepadatan terendah dibandingkan dengan variasi kadar aspal yang lain, sedangkan kadar aspal 6,5 % memiliki kepadatan tertinggi.



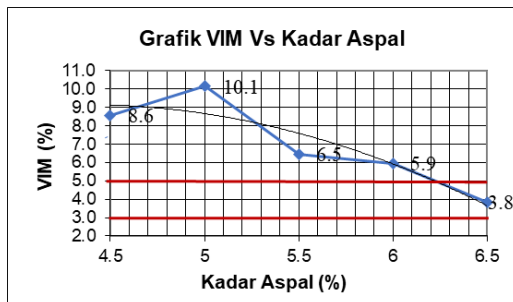
Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas, min.1.800 (Kg)

Berdasarkan gambar 11, hubungan kadar aspal dengan stabilitas diperoleh bahwa kadar aspal 5 % memiliki nilai stabilitas paling rendah, namun masih termasuk dalam spesifikasi. Sedangkan kadar aspal yang memiliki nilai stabilitas paling tinggi yaitu kadar aspal 6,5 %.



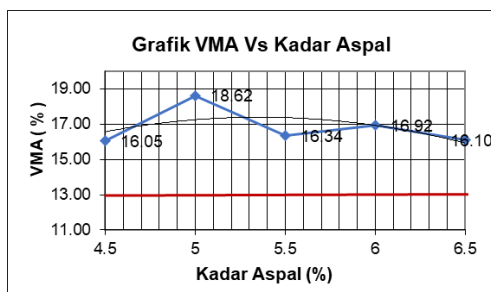
Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Pelelehan (*Flow*), min. 3-6 (mm)

Berdasarkan gambar 12, hubungan hubungan kadar aspal dengan pelelehan (*flow*) diperoleh menunjukkan variasi kadar aspal yang diuji tidak memenuhi spesifikasi nilai *flow*, semua nilai berada di bawah nilai spesifikasi yang ditetapkan. Campuran aspal memiliki tingkat deformasi yang terlalu rendah.



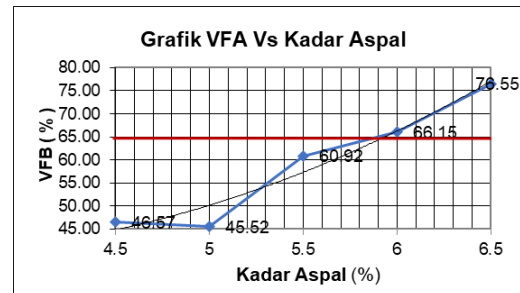
Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Dalam Campuran (VIM), min 3,0-5,0 (%)

Berdasarkan gambar 13, dapat dilihat bahwa hanya kadar aspal 6,5% yang memenuhi spesifikasi untuk void in mix (VIM) atau rongga dalam campuran. Di sisi lain, kadar aspal yang lain menunjukkan nilai VIM yang lebih tinggi dari batas spesifikasi, yang menunjukkan bahwa campuran tersebut memiliki banyak rongga.



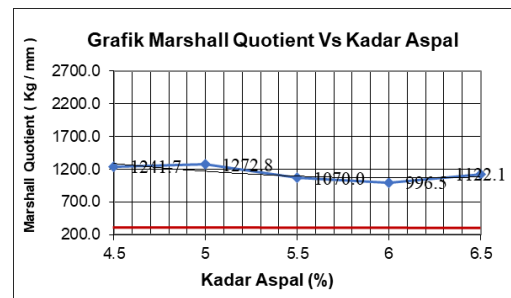
Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Dalam Agregat (VMA), min. 13 (%)

Berdasarkan gambar 14, hubungan kadar aspal dengan void in mineral aggregate (VMA) atau rongga dalam dapat dilihat bahwa semua variasi memenuhi spesifikasi nilai VMA.



Gambar 15. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Terisi Aspal (VMA), min. 65 (%)

Berdasarkan gambar 15, hubungan kadar aspal dengan void filled with asphalt (VFA) atau rongga terisi aspal diperoleh bahwa dari semua variasi kadar aspal yang diuji, hanya kadar aspal 6 % dan 6,5 % yang memenuhi spesifikasi untuk nilai VFA. Sementara itu, variasi kadar aspal lainnya menunjukkan nilai VFA yang berada di bawah batas spesifikasi, yang berarti bahwa campuran tersebut memiliki kandungan aspal yang tidak cukup untuk mengisi void yang ada.



Gambar 16. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient, min. 300 (Kg/mm)

Berdasarkan gambar 16, dapat dilihat bahwa ada hubungan antara kadar aspal dengan Marshall Quotient, atau ukuran keseimbangan antara kekuatan dan deformabilitas dari campuran aspal. Semua variasi kadar aspal memenuhi standar Marshall Quotient yang telah ditetapkan.

Namun, dari hasil uji Marshall yang dilakukan pada campuran aspal dengan agregat kasar batu koral, tidak dapat ditemukan kadar aspal optimum (KAO) karena nilai flow untuk semua variasi kadar aspal tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil **Analisis Perbandingan Kinerja Campuran Aspal dengan Agregat Kasar Dominan Bulat dan Agregat Kasar Dominan Pecah Menggunakan Uji Marshall**, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan dari hasil analisis dan perhitungan yaitu, penelitian ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas antara kedua jenis campuran aspal tersebut menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dan keduanya sama-sama memenuhi spesifikasi.

Tetapi ada perbedaan yang jelas dalam nilai flow antara campuran aspal yang memakai agregat kasar 100 % pecah dan agregat kasar yang lebih banyak menggunakan batu koral. Analisis menunjukkan bahwa nilai flow dari campuran aspal dengan agregat kasar 100 % pecah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, sedangkan campuran aspal dengan agregat kasar yang lebih banyak terdiri dari batu koral tidak memenuhi spesifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa agregat kasar 100 % pecah lebih efektif dalam memberikan deformabilitas yang sesuai untuk campuran aspal.

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan, terdapat perbedaan dalam kinerja mekanis campuran aspal berbahan agregat kasar dominan batu koral dibandingkan dengan agregat kasar 100 % pecah. Campuran aspal dengan agregat kasar 100 % pecah menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam hal kepadatan, stabilitas, dan nilai *Marshall Quotient*.

REFERENSI

- [1] Z. A. Halim, A. Muhammad, A. Sadiq, and S. Musdalifah, "Perencanaan Pembangunan Infrastruktur Jalan Penghubung Desa Maccinibaji dan Desa Tompotana Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar," vol. 03, no. 1, pp. 108–112, 2025.
- [2] I. Idrus and B. Umar, "Efektivitas Pengembangan Kawasan Permukiman Dengan Program Lorong Wisata," *J. Bangunan Konstr.*, vol. 2, no. 2, pp. 74–87, 2024, doi: 10.63877/jbk.v2i2.76.
- [3] N. Imannurrohman, "Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete – Wearing Coarse (Ac-Wc)," *J. Rekayasa Infrastruktur Sipil*, vol. 2, no. 1, p. 25, 2021, doi: 10.31002/v1i2.3406.
- [4] M. K. Ilham, S. P. Rizah, A. Muh, T. Hidayah, B. A. Prasetyo, and A. M. Ashad, "Uji Karakteristik Tanah Kapur Dari Desa Pasempe Kecamatan Palakka Di Kabupaten Bone Sebagai Subgrade Pada Timbunan Jalan," vol. 02, no. 2, pp. 110–115, 2024.
- [5] M. R. Tahir Dalimunthe and M. Ardan, "Analisa Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Filler Yang Berbeda Terhadap Nilai Marshall," *J. Civ. Eng. Build. Transp.*, vol. 3, no. 1, p. 19, 2019, doi: 10.31289/jcebt.v3i1.2458.
- [6] C. Krisantos, Bela, B. H. Dan, D. Dari, and K. Marshall, "Jurnal Teknik Sipil Unaya Analisis Kinerja Batu Bulat Quarry Takari Sebagai Agregat," vol. 10, no. 2, pp. 78–87, 2024.
- [7] B. Bulgis and R. B. Alkam, "Pemanfaatan Agregat Alami Dan Agregat Batu Pecah Sebagai Material Perkerasan Pada Campuran Aspal Beton," *Potensi J. Sipil Politek.*, vol. 19, no. 1, pp. 23–32, 2017, doi:10.35313/potensi.v19i1.530.
- [8] M. L. A. M. Makin, E. Kalogo, and K. R. Bela, "Pengaruh Variasi Jumlah Tumbukan Terhadap Nilai Marshall Hasil Pemadatan Pada Aspal Hrs-Wc Secara Manual Dan Elektrik," *Eternitas J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 27–37, 2023.
- [9] T. Wahyu Saputra, "Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik Universitas Udayana," *Repository.Unbari.Ac.Id*, vol. L, no. 1494094006, pp. 1–59, 2017.
- [10] Directorate General of Highways, "Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)," *Minist. Public Work. Hous.*, no. Oktober, p. 1036, 2020.
- [11] Syahrul, "Perkerasan Campuran Aspal Beton (AC-BASE) Dengan Material Lokal Kutai Kartanegara," *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 14, no. 2, pp. 111–120, 2012.
- [12] Z. A. Halim, *Analisis daya dukung tanah lempung terstabilisasi serbuk arang kulit kakao dengan variasi waktu pemeraman*. 2024.
- [13] Salma, "Penelitian Eksperimen: Tujuan, Jenis, Langkah, Contoh.," *Deepublish*, 2023.