



Karakteristik Agregat Stone Crusher Uluale Untuk Campuran (Ac-Bc)

¹Muhammad Yusril, ²Hamka, ³Hendro Widarto

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare

Koresponden Author : yusril072002@gmail.com

Info Artikel		ABSTRAK
Diajukan	: Di isi tanggal pengiriman	Agregat menjadi elemen krusial dalam struktur perkerasan jalan. Pemanfaatan agregat lokal diharapkan memberikan kontribusi positif dalam pembangunan infrastruktur perkerasan jalan di Kabupaten Sidrap. Selain itu, pasokan sumber daya dari luar daerah juga menjadi kendala yang ingin diatasi. Penelitian yang dilakukan tersebut bertujuan mengevaluasi kesesuaian agregat berasal dari pemecah batu di Desa Uluale, Kabupaten Sidrap untuk campuran AC-BC serta mengetahui karakteristik agregat tersebut jika digunakan dalam campuran AC-BC. Pelaksanaan diproses secara eksperimental di Lab Jalan dan Aspal Unpar mulai dilaksakana dibulan September hingga Oktober 2024 dengan menggunakan metode uji Marshall dan sesuai dengan standar Binamarga 2018. Berdasarkan hasil kajian, sifat campuran tersebut antara lain nilai densitas tertinggi pada kadar aspal 4,0% (2,41 gr/cc) dan terendah berkisar 6,0%, 6,5%, dan 7,0% (2,31 gr/cc). Nilai stabilitas terendah sebesar 1853,62 kg dengan takaran aspal 4,0%, dan tertinggi sebesar 2399,18 kg pada takaran aspal 5,5%. Angka VMA terendah yaitu 11,93% pada takaran aspal 4,0%, dan tertinggi sebesar 17,98% takaran aspal 7,0%. Nilai VIM terendah senilai 3,86% pada takaran aspal 7,0%, dan tertinggi 4,98% dengan takaran aspal 6,0%. Nilai VFA terendah 65,51% dengan takaran aspal 4,0%, sedangkan tertinggi sebesar 78,62% takaran aspal 7,0%. Pada takaran aspal 7,0%, angka flow tertinggi berkisar 4,07 mm, sedangkan takaran aspal 4,0% memiliki angka flow minimum adalah 2,85 mm. Nilai MQ berkisar antara 666,70 kg/mm takaran aspal 6,0% hingga 507,22 kg/mm takaran aspal 7,0%. Dilihat dari tindakan uji Marshall didapatkan angka karakteristik sebesar 5,58% dimana angka tersebut telah cocok dengan ketetapan KAO. Dapat dikatakan bahwa penggunaan agregat kasar hasil produksi stone crusher di Desa Uluale, Kecamatan Watang Pulu, Kabupaten Sidrap telah memenuhi ketentuan Bina Marga Tahun 2018 dan layak digunakan sebagai kombinasi AC-BC.
Diperbaiki	:	
Disetujui	:	
		Kata Kunci: Aspal, AC-BC, Karakteristik Campuran, KAO, Marshall
		ABSTRACT
		<i>Aggregates are crucial elements in road pavement structures. The use of local aggregates is expected to provide a positive contribution to the development of road pavement infrastructure in Sidrap Regency. In addition, the supply of resources from outside the region is also an obstacle that must be overcome. The study aims to evaluate the suitability of aggregates from stone crushers in Uluale Village, Sidrap Regency for AC-BC mixtures and to determine the characteristics of these aggregates when used in AC-BC mixtures. The implementation was processed experimentally at the Unpar Road and Asphalt Lab starting from September to October 2024 using the Marshall test method and in accordance with the 2018 Binamarga standards. Based on the results of the study, the properties of the mixture include the highest density value at an asphalt content of 4.0% (2.41 gr/cc) and the lowest around 6.0%, 6.5%, and 7.0% (2.31 gr/cc). The lowest stability value is 1853.62 kg with an asphalt content of 4.0%, and the highest is 2399.18 kg with an asphalt content of 5.5%. The lowest VMA value is 11.93% with an asphalt content of 4.0%, and the highest is 17.98% with an asphalt content of 7.0%. The lowest VIM value is 3.86% with an asphalt content of 7.0%, and the highest is 4.98% with an asphalt content of 6.0%. The lowest VFA value is 65.51% with an asphalt content of 4.0%, while the highest is 78.62% with an asphalt content of 7.0%. At an asphalt</i>

content of 7.0%, the highest flow value is around 4.07 mm, while the minimum flow value of 4.0% is 2.85 mm. The MQ value ranges from 666.70 kg/mm of asphalt content of 6.0% to 507.22 kg/mm of asphalt content of 7.0%. Judging from the Marshall test action, a characteristic figure of 5.58% was obtained, which is in accordance with the KAO provisions. It can be said that the use of coarse aggregates produced by stone crushers in Uluale Village, Watang Pulu District, Sidrap Regency has met the 2018 Bina Marga provisions and is suitable for use as an AC-BC combination.

Keywords: Aggregate, AC-BC, Mixture Characteristics, KAO

PENDAHULUAN

Dalam lapisan perkerasan jalan, agregat sebagai elemen terpenting. Dalam pemanfaatannya sebagai material campuran perkerasan, tentunya harus dipantau sebelumnya untuk memastikan kesesuaiannya. [1]. Terdapat standarisasi yang perlu di pantau terhadap pencampuran perkerasan suatu jalan tersebut. Ketidak layakan pada pemenuhan suatu nilai standar yang berlaku, sudah pasti pencampuran pengerasan jalan ditolak dalam pemakaiannya. Agregat merupakan komponen yang khusus dan krusial dari lapisan perkerasan jalan. [2]. Agregat dimanfaatkan terhadap campuran aspal bersumber di alam, baik itu berwujud bongkahan batuan, dalam wujud pasir maupun kerikil yang berukuran kecil maupun sedang. Namun, jika diperoleh bongkahan besar tentunya diperlukan terlebih dahulu pemrosesan pemecahan serta penyortiran sebelum digunakan. Diperlukan peralatan yang khusus dalam proses penghancuran dan penyortiran bongkahan tersebut agar dapat sesuai dengan syarat yang diterima.[3]. Salah satu jenis laston dalam hal ini biasa disebut dengan lapisan aspal beton atau Asphalt concrete-binder course. Campuran AC-BC terbagi di beberapa bagian seperti aspal, agregat halus serta kasar, dan filler. Campuran ini berfungsi sebagai lapisan perkerasan antara lapisan pondasi (AC-Base) dan lapisan aus (AC-WC). [4]. Penggunaan campuran AC-BC pada lapisan Binder Course memungkinkan lapisan tersebut memiliki kekuatan yang lebih tinggi serta ketahanan terhadap keausan dan kerusakan. Faktor-faktor seperti beban lalu lintas, kondisi cuaca, dan penggunaan jangka panjang biasanya menjadi penyebab utama kerusakan, yang dapat diminimalkan dengan campuran ini[5]

Bidang perkerasan jalan terus mengalami perkembangan untuk menyamakan kebutuhan pengguna jalan. Pemakaian agregat lokal diharapkan dapat mendukung pembangunan infrastruktur, khususnya di Kabupaten Sidrap, terutama dalam sektor perkerasan jalan.[6] Hal ini difungsikan guna mengatasi suplai material yang ada di luar daerah. Pemanfaatan agregat lokal diharapkan dapat membantu pembangunan infrastruktur, khususnya di bidang perkerasan jalan di Kabupaten Sidrap. Hal ini juga dimaksudkan untuk mengatasi masalah bahan yang berasal dari luar daerah. [7].

Beberapa penelitian telah melakukan penelitian tentang “Agregat Sungai Batu Tiakka yang Digunakan

terhadap kolaborasi AC-BC 1 Rais Rachman, Gabriel Pabia Palimbunga, Alpius,(2020). Dari pengujian yang dilakukan didapatkan Sifat-sifat kombinasi AC-BC dengan takaran aspal 5,% sampai dengan 7% ditentukan dengan menggunakan pengujian Marshall. Kombinasi AC-BC dengan takaran aspal ideal 7,% memperoleh IKS sebesar 93,47% pada uji rendam Marshall, dengan mencukupi nilai Spesifikasi UBM 2018 sebesar 90%. Berdasarkan perolehan kajian, sehingga dikatakan sebagai Sungai Batu Tiakka, Kec. Saluputti secara keseluruhan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Jalan Raya tahun 2018..[11].Adapun penelitian yang dilakukan Fani, L.A.(2019) dengan judul penelitian Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar terhadap Material kombinasi AC-WC dan AC-BC di Kabupaten Nabire Membahas mengenai hasil Hasil Berdasarkan Sifat-sifat kombinasi Laston AC-WC yang memiliki bobot aspal 6,50% serta kombinasi Laston AC-BC yang memiliki bobot aspal 5,14% ditentukan dengan uji Marshall. Kombinasi Laston AC-WC serta Laston AC-BC lolos uji Marshall IP serta IKS tentunya hasil tersebut telah berada di atas kriteria $\geq 90\%$. Dengan nilai masing-masing sebesar 95,11% dan 94,41%.[12]. Berdasarkan penelitian Imam Fadly, Adral Rahmat (2022) dengan judul Agregat Sungai Saddang, Kabupaten Enrekang "Analisis Material Agregat pada Campuran Aspal Beton-Binder Course. Hasil pengujian menunjukkan menghasilkan nilai stabilitas minimum sebesar 1179,10 kg terhadap takaran aspal 5,5% dan dengan angka rata-ratamaksimum sebesar 1458,11 kg terhadap takaran aspal 5%. Nilai VMA sebesar 17,95% pada kadar aspal maksimum 6,5% dan 15,54% pada kadar aspal minimum 4,5%. Pada prosentase aspal 4,5% nilai VIM tertinggi senilai 6,43%, sedangkan terhadap takaran aspal 6,5% terendah senilai 3,91%. Untuk komposisi aspal minimum 4,5%, nilai VFB adalah 62,31%, dan terhadap takaran aspal maksimum 6,5% mencapai 77,88%. Untuk takaran aspal 5,5%, nilai flow maksimum adalah 3,56 mm, sedangkan untuk takaran aspal 6,5%, nilai flow minimum adalah 3,34 mm. Nilai MQ adalah 435,09 mm/kg untuk takaran terhadap aspal 5%, yang merupakan nilai tertinggi, dan 331,42 mm/kg pada kadar aspal 5,5%. 5,85% merupakan KAO yang dicapai..[13]

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eskperimental Laboratorium, yaitu metode yang dilakukan dengan pengujian di Laboratorium untuk mendapatkan data. Kemudian melakukan pengolahan data Berdasarkan kriteria sesuai dengan aturan yang berlaku, prosedur penelitian dilakukan melalui memperkirakan sejumlah percobaan terhadap sifat-sifat material yang digunakan. Untuk mendapatkan kadar aspal yang ideal, dibuat pula tiga sampel dengan kadar aspal yang berbeda [14]. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Aspal dan Jalan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare di mulai pada bulan September sampai dengan Oktober 2024. Adapun beberapa bahan yang digunakan selama penelitian yaitu : Agregat kasar, filler ,Aspal. Dan alat yang digunakan yaitu: Mesin Los Angels, Satu Set Saringan, Oven, Timbangan, Piknometer, Alat Tekan Marshall, Alat Cetak Benda Uji, Alat Penumbuk Manual, Water Bath.

A. Teknik pengambilan Data

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung seperti pengujian propertis aspal dan pengujian agregat

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, untuk pengujian aspal diperoleh dari studi literatur dan dilingkungan sekitar.

B. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dilakukan di Laboratorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Parepare..

1) Pengujian Propertis Aspal

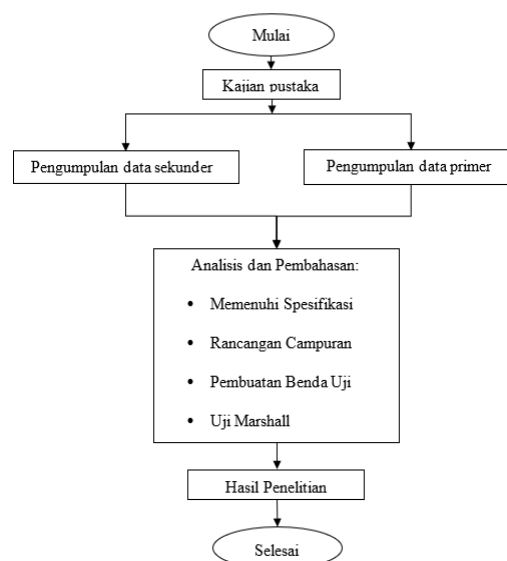
Pengujian terhadap aspal dilakukan untuk mengetahui apakah aspal yang digunakan memenuhi spesifikasi yang ditentukan, pengujian meliputi : Uji penetrasi, Titik lembek, Berat jenis

C. Pengujian Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarnisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu AASHTO T-245-97 secara garis besar, pengujian marshall ini meliputi :

- 1) Penentuan berat jenis bulk dari benda uji
- 2) Pemeriksaan nilai stabilitas dan flow
- 3) Perhitungan sifat volumetric benda uji

D. Diagram Alir Penelitian



“Gambar 1. Bagan alir penelitian”

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Densty

Tabel 1. Kepadatan

Kadar aspal %	Kepadatan gr/cc
4,00	2,41
4,50	2,38
5,00	2,36
5,50	2,33
6,00	2,31
6,50	2,31
7,00	2,31

Berdasarkan hasil pengujian, nilai densitas terendah adalah 2,31% terhadap kolaborasi berjenis aspal 6, 6,5, serta 7%, dan angka densitas terbesar adalah 2,41 pada kadar aspal 4%.

B. Stabilitas

Tabel 2. Hasil pengujian stabilitas

Kadar aspal %	Stabilitas Kg	Spesifikasi	
		Min	Maks
4,00	1853,62	800	
4,50	2233,28	800	
5,00	2383,23	800	
5,50	2399,18	800	
6,00	2344,94	800	
6,50	2223,71	800	
7,00	2064,19	800	

Dari table 2 adanya keterkaitan stabilitas dengan bobot berjenis aspal, adanya perubahan nilai dimana dilihat diperoleh peningkatan dilanjutkan dengan adanya penurunan dengan nilai persentase dari 4,0 sampai dengan nilai 7,0% dengan bobot berjenis aspal senilai 5,5%. Adapun angkat kestabilannya tertinggi seberat 2399,18 kg, sedangkan bobot berjenis aspal 4% memiliki nilai stabilitas terendah yaitu 1853,62 kg.

C. Rongga diantara agregat (VMA)

Tabel 3. Hasil pengujian VMA

Kadar aspal (%)	Nilai VMA (%)	Spesifikasi	
		Min	Maks
4,00	11,93	14	
4,50	13,36	14	
5,00	14,55	14	
5,50	15,86	14	
6,00	17,08	14	
6,50	17,48	14	
7,00	17,98	14	

Nilai VMA terhadap bobot berjenis aspal berkisar antara 4% sampai dengan 7% ditunjukkan pada gambar 4.4, grafik, serta tabel 4.12; dengan angka VMA tertinggi mencapai senilai 17,98% terhadap takaran berjenis aspal 7%, adapun angka VMA yang mencapai angka terencana senilai 11,93% pada takaran berjenis aspal 4%.

D. Rongga Terhadap Campuran (VIM)

Tabel 4. Hasil pengujian VIM

Kadar aspal (%)	Nilai VIM (%)	Spesifikasi	
		Min	Maks
4,00	4,19	3,5	5,0
4,50	4,51	3,5	5,0
5,00	4,58	3,5	5,0
5,50	4,82	3,5	5,0
6,00	4,98	3,5	5,0
6,50	4,20	3,5	5,0
7,00	3,86	3,5	5,0

Dari table 4 menunjukkan pada limbah hebel 20 % sampai dengan 40 % nilai VIM tertinggi 4,87% pada hebel 20 % dan terendah 3,94 % pada hebel 40 %.. Berdasarkan persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 tentang ketentuan sifat-sifat campuran Laston nilai VIM (Void In Mix) yang memenuhi persyaratan yaitu sebesar 3% - 5 %. Nilai VIM (Void In Mix) yang memenuhi persyaratan yaitu pada hebel 20% sampai dengan 40%.

E. Rongga terisi aspal (VFB)

Tabel 5. Hasil pengujian VFB

Kadar aspal (%)	Nilai VFA (%)	Spesifikasi	
		Min	Maks
4,00	65,51	65	
4,50	66,54	65	
5,00	68,64	65	
5,50	69,68	65	
6,00	70,97	65	
6,50	76,04	65	
7,00	78,62	65	

Dari tabel 5 keterkaitan mengenai VFA dengan takaran berjenis aspal berkisar antara 4,0% hingga mencapai angka 7,0%. Angka VFA tertinggi mencapai 78,62% berada terhadap takaran berjenis aspal 7,0%, sedangkan angka VFA yang dinilai kecil berada terhadap takaran berjenis aspal 4,0% yaitu 65,51%. Oleh karena itu dapat dikatakan nilai VFA meningkat seiring dengan jumlah aspal yang digunakan.

F. Flow

Tabel 6. Hasil pengujian Flow

Kadar aspal (%)	Nilai Flow (mm)	Spesifikasi	
		Min	Maks
4,00	2,85	2	4
4,50	3,88	2	4
5,00	3,80	2	4
5,50	3,63	2	4
6,00	3,62	2	4
6,50	4,03	2	4
7,00	4,07	2	4

Dari table 6 menunjukan keterkaitan aliran dengan takaran berjenis aspal; terjadi peningkatan serta penurunan antara takaran berjenis aspal 4,0% sampai 7,0%. Angka flow maksimum grafik tersebut, yaitu 4,07 mm, terjadi pada takaran berjenis aspal 7,0%, adapun jumlah angka flow yang terkecil yaitu 2,85 mm, terjadi pada takaran berjenis aspal 4,0%. Ini sesuai dengan klasifikasi UBM 2018 nilai flow yang memenuhi persyaratan mutu campuran laston adalah antara 2 sampai 4 mm. Dengan demikian, flow dengan komposisi aspal 4,0% sampai 6,4% memenuhi persyaratan.

G. Marshall quotient (MQ)

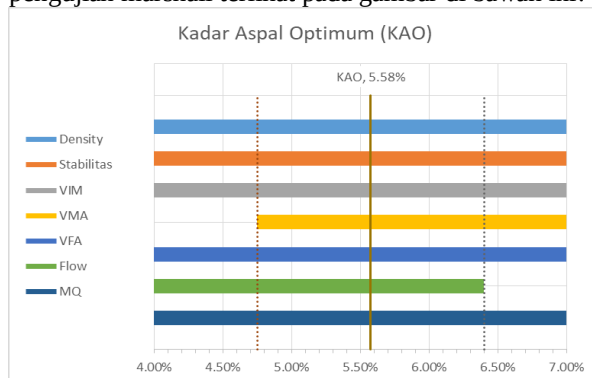
Tabel 7. Hasil pengujian MQ

Kadar aspal (%)	Nilai MQ (kg/mm)	Spesifikasi	
		Min	Maks
4,00	650,32	250	
4,50	578,25	250	
5,00	624,87	250	
5,50	659,83	250	
6,00	666,70	250	
6,50	551,95	250	
7,00	507,22	250	

Dari tabel 7 menunjukkan hubungan antara MQ terhadap takaran berjenis aspal, dapat mengalami perubahan ketinggian serta penurunan antara takaran berjenis aspal 4,0% hingga mencapai angka 7,0%. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai MQ maksimum adalah 6,0% dari takaran berjenis aspal 666,70 kg/mm dan nilai MQ terendah adalah 7,0% dari k takaran berjenis aspal 2507,22 kg/mm.

H. KAO

Berikut nilai kadar aspal optimum yang diperoleh dari pengujian marshall terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram penentu kadar aspal optimum

Untuk semua fitur dalam campuran 4,0%, 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7,0%, nilai densitas, VIM, Marshall Quotient, VFA, stabilitas, VMA, flow, dan telah mencapai persyaratan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasilnya, 5,58% merupakan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh. Parameter berikut mencantumkan karakteristik agregat produksi stone crusher Desa Uluale dalam campuran AC-BC. Pada konsentrasi aspal 4,0%, nilai densitas berada pada titik tertinggi (2,41 gr/cc), sedangkan pada kadar aspal 6,0%, 6,5%, dan 7,0%, berada pada titik terendah (2,31 gr/cc). Pada kadar aspal 5,5%, nilai stabilitas berada pada titik tertinggi yaitu 2399,18 kg, sedangkan pada kadar aspal 4,0%, berada pada titik terendah yaitu 1853,62 kg. Nilai VMA berkisar antara 17,98% pada kadar aspal 7,0% hingga 11,93% pada kadar aspal 4,0%. Nilai VIM berkisar antara titik terendah yaitu

3,86% pada kadar aspal 7,0% hingga maksimum 4,98% pada kadar aspal 6,0%. Pada kadar aspal 7,0%, nilai VFA berada pada titik tertinggi yaitu 78,62%, sedangkan pada kadar aspal 4,0%, berada pada titik terendah yaitu 65,51%. Pada kadar aspal 7,0%, nilai flow tertinggi adalah 4,07 mm, sedangkan pada kadar aspal 4,0%, nilai minimumnya adalah 2,85 mm. Nilai MQ berkisar dari 666,70 kg/mm pada kadar aspal 6,0% hingga 507,22 kg/mm pada kadar aspal 7,0%. Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,58% merupakan nilai tipikal yang diperoleh dari hasil uji Marshall. Berdasarkan hasil uji berat jenis dan serapan agregat, uji abrasi, analisis saringan, gradasi gabungan, dan uji Marshall, pengaruh agregat hasil produksi batu pecah Desa Uluale terhadap penggunaan aspal AC-BC telah memenuhi persyaratan. Dengan nilai KAO sebesar 5,58%, campuran aspal tersebut layak untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [15][1] Achmad, F. (2010). Tinjauan Sifat-Sifat Agregat Untuk Campuran Aspal Panas. *Saintek Vol 5, No 1*, 1-10
- [2] Alfrian, A. J., Alpius, N., & Radjawane, L. E. (2021). Pengujian Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(1), 1-7.
- [3] Ambarura, D. J. M. (2021). Karakteristik Campuran AC-BC Menggunakan Batu Sungai Salo Pattejang Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(4), 570-576
- [4] Anggraini, N. (2017). Kajian Perbandingan Karakteristik Campuran Ac-Bc Antara Yang Menggunakan Agregat Batu Pecah Sukadana, Lampung Dan Clereng, DIY.
- [5] Anggraini, M. (t.thn.). Perbandingan Gradasi Agregat Gabungan Campuran Ac-Wc Sebelum Dan Setelah Penghamparan Dengan Job Mix Formula. *Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning*, 1-16.
- [6] Ansori, A. B. (2018). Pengaruh Mutu Limbah Beton Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Pada Kualitas Campuran Asphalt Concrete-Binder Coarse (AC-BC). *Konstruksia*, 9(1), 1-14.
- [7] Ardhian Hendy., et.al. 2016. Pengaruh Penggunaan Asbuton Butir Pada Campuran Laston. Universitas Kristen Petra.
- [8] Asrol, S. M. (2018). Karakteristik Campuran Aspal Beton AC-WC Dengan Substitusi Buton Rock Asphalt Terhadap Rendaman Air Berlumpur. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah kuala, Banda Aceh*, 1-
- [9] Debi, N., Rachman, R., & Alpius, N. (2021). Penggunaan Batu Gunung Patangdo Kapa'Kabupaten Tana Toraja Dalam Campuran AC-BC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(1), 23-30.
- [10] Dionisius Natan Wurara, O. H. (2018). Kajian Perbedaan Campuran Beraspal Panas Yang. *Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12 Desember 2018 (1095-1104) ISSN: 2337-6732*, 1-10.
- [11] Direktorat jenderal bina marga, 2018, spesifikasi umum, edisi 2018 (Rev. 1).
- [12] Fahmi, R. H. (2020, November). Perancangan Campuran Laston AC-BC Menggunakan Batu Pecah Gunung Lakera Bum Kab. Pinrang. In Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M) (Vol. 5, No. 1, pp. 29-33).
- [13] Fani., Irianto., Elizabeth., & Alpius. (2019). Paulus Civil Engineering Journal. *Pemanfaatan Agregat Sungai Wanggar Kabupaten Nabire sebagai Bahan Campuran AC-WC dan AC-BC*. 1(2): 27-36.

- [14] Harnaeni, S. R., & Bayu M, I. (2016). Karakteristik Marshall Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar.
- [15] Husni, W. D. (2020). *Pengaruh Kadar Filler Abu Batu terhadap Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal Beton AC-BC*. Skripsi tidak dipublikasikan. Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram.
- [16] Kaspari, A. (2024). Studi Karakteristik Marshall Pada Campuran Perkerasan Asphalt Concrete-Binder Course (Ac-Bc) Dengan Menggunakan Aspal Karet (Doctoral Dissertation, Universitas Andalas).
- [17] Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*: Direktorat Jendral Bina Marga.
- [18] Mangetan, R. V., & Mangontan, R. (2021). Penggunaan Batu Sungai Seriti Kabupaten Luwu pada Campuran AC-BC. Paulus Civil Engineering Journal, 3(1), 76-84.
- [19] Mas Nurjana. 2020. Optimasi Kadar Aspal Pertamina Terhadap Karakteristik Aspal Beton (AC-BC) Menggunakan Variasi Agregat Batuan Lokal Gunung Balapulang. Universitas Pancasakti Tegal.
- [20] Muhammad Febry, Z. I. L. L. I. E. (2024). Durabilitas Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (Ac-Bc) Dengan Menggunakan Agregat Tanjungan, Lampung Selatan.
- [21] Muhammad, I. B., & Harnaeni, S. R. (2016). Analisa Karakteristik Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Menggunakan Limbah Beton Sebagai Coarse Aagregat (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [22] Pabia, A. P., & Palinggi, M. D. M. (2021). Karakteristik Campuran AC-BC Yang Menggunakan Batu Sungai Sadang Kelurahan Batupapan Kecamatan Makale. Paulus Civil Engineering Journal, 3(2), 149-159.
- [23] Palimbunga, G. P., Rachman, R., & Alpius. (2020). Paulus Civil Engineering Journal. *Penggunaan Agregat Sungai Batu Tiakka' pada Campuran AC-BC*. 2(2): 112-118.
- [24] Rachman, R. (2020). Pemanfaatan Batu Gunung Bottomale Toraja Utara sebagai Campuran Laston. Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi, 6(1), 20-30.