

Pemanfaatan Limbah Marmer Sebagai Agregat Dalam Campuran HRS-Base

Alfrianto Tayan ^{*1a}, Robert Mangontan ^{*2}, Wona Grace Boro ^{*3}

Submit:

24 September
2023

Review:

5 Oktober 2023

Revised:

6 Juli 2024

Published :

5 November
2024

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, daebgkotto@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, robertmangontan52@gmail.com

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, gracewona@gmail.com

^aCorresponding Author: daebgkotto@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini agregat yang diambil dari Limbah Marmer digunakan untuk mengurangi pengeluaran biaya akibat penggunaan agregat di kabupaten Pangkep. Pemeriksaan karakteristik perlu dilakukan untuk mengetahui sejauh mana agregat Limbah Marmer dapat digunakan berdasarkan Spesifikasi Standar Bina Marga Tahun 2018. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa semua parameter karakteristik campuran seperti stabilitas, *Marshall Quotient*, *VFB*, *VIM*, *VMA*, dan *flow* pada kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5% telah memenuhi. Dimana didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu kadar aspal 6,5%. Dan didapat nilai Stabilitas *Marshall Sisa* (SMS) yaitu 90,79%.

Kata Kunci: HRS-Base, Limbah Marmer, Uji Marshall

Abstract

In this study, aggregates taken from Marble Waste were used to minimize costs due to the use of aggregates in other Pangkep districts. Characteristic checks need to be carried out to determine the extent to which Marble Waste aggregate can be used based on the 2018 Highways Standard Specification. From the results of tests showed that all parameters of mixture characteristics such as stability, Marshall Quotient, VFB, VIM, VMA, and flow at asphalt levels of 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, and 7.5% have been met. Where the Optimum Asphalt Content (KAO) is obtained which is 6.5% asphalt content. And obtained the value of Residual Marshall Stability (SMS) which is 90.79%.

Keywords: HRS Base, Marble Waste, Marshall Test

PENDAHULUAN

Begitu banyaknya perusahaan Marmer yang ada di kabupaten pangkep salah satunya PT. Todong jaya Marmer yang setiap harinya menghasilkan limbah. Material berupa Agregat dari limbah Marmer merupakan material yg mudah ditemukan dan berpotensi untuk menunjang pembangunan. Oleh karna itu limbah Marmer diteliti untuk mengetahui apakah dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi agregat dalam campuran HRS-Base. Telah dilakukan penelitian sejenis diantaranya yaitu Pengujian Campuran HRS-WC dengan agregat yang dilapisi limbah plastik tipis diperoleh hasil uji yang tidak terlalu signifikan antara pengujian dengan dan tanpa penambahan plastik yaitu terjadi penurunan pada nilai stabilitas namun masih memenuhi ketentuan [1], Pemeriksaan Karakteristik Marshall pada HRS-

Base dengan penggunaan variasi abu batu diperoleh hasil yaitu peningkatan nilai *MQ*, stabilitas dan *VIM* tetapi pada *VMA* terjadi penurunan hasil uji pada saat variasi *filler* abu batu meningkat [2].

Pemanfaatan Sekam Padi untuk meningkatkan nilai stabilitas dan *flow* pada *HRS-WC* dengan variasi 7 variasi pencampuran dari 0,2% sampai dengan 1,4%. Berdasarkan pengujian ini diperoleh hasil dengan abu sekam padi yang ditambahkan berpengaruh pada nilai karakteristik *marshall* dan tidak mampu mencapai ketentuan [3], Penggunaan limbah karbit sebagai substitusi *filler* pada *HRS-BC* dengan hasil pengujian penggunaan limbah karbit 60% merupakan campuran paling efektif dan sesuai dengan ketentuan Bina Marga Divisi 6 Tahun 2016 [4], Penggunaan limbah batu marmer sebagai pengganti agregat pada campuran *AC-WC*, diperoleh hasil bahwa mampu dimanfaatkan sebagai bahan substitusi agregat. Dari hasil pengujian didapatkan nilai abrasi 27,26%, penyerapan 1,43% dan berat jenis 2,58 [5].

Penggunaan limbah batu marmer sebagai pengganti agregat kasar pada campuran aspal beton, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kao sebanyak 5,75% dengan variasi kadar marmer 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, maka dengan ditambahkan limbah marmer ini berpengaruh kepada campuran karena mampu mempengaruhi kekuatan sehingga mudah pecah/retak dan kaku. Tetapi ketika persentase marmer melampaui total rata-rata 75% - 100% kekuatan daripada campuran akan meningkat, akan tetapi jumlahnya lebih rendah jika dibandingkan kadar total rata-rata melebihi kadar marmer [6], Penggunaan abu limbah marmer sebagai bahan pengganti pada campuran LATASIR B, dari hasil pengujian diperoleh hasil uji campuran latasir kelas b yang menggunakan bahan pengisi abu marmer 52,22% dengan stabilitas 800 kg dan *MQ* 1,9 kg/mm [7]. Perbandingan kriteria marshall pada campuran aspal panas (*HRS-WC*) yang menggunakan asbuton modifikasi (retona blend 55) dengan aspal penetrasi 60/70, untuk hasil pengujian campuran *HRS-WC* dengan bahan pengikat *Retona Blend* diperoleh kadar aspal terbaik 7,9% dengan stabilitas 1620 Kg, *Flow* 3,55 mm, *VMA* 18,16%, *VFB* 68,56%, *VIM* 5,71%, *density* 2,33gr/cm³ dan *MQ* 458,8 Kg/mm. Sedangkan untuk campuran yang menggunakan bahan Aspal Panas Penetrasi 60/70 mendapatkan kadar aspal terbaik pada kadar 7,85% dengan hasil yaitu *VFB* sebesar 68,15%, *VMA* sebesar 18,45%, *VIM* sebesar 5,88% dan *density* sebesar 2,33gr/cm³ [8],

Pengujian Karakteristik Campuran *HRS-Base* Menggunakan LGA Sebagai Pengganti Aspal Minyak, dengan hasil pengujian yaitu KAO 10 % dengan nilai Stabilitas sebesar 3083,60 Kg, *VMA* sebesar 18,602 %, *VFB* sebesar 67,974 Kg/mm, nilai *VIM* sebesar 0,19 %, *MQ* sebesar 906,88 Kg/mm, dan indeks perendaman sebesar 95,21% [9], Pengaruh Variasi *Slag* Nikel Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus pada Campuran Lapisan Aspal Beton, hasil penelitian yaitu kadar *slag* nikel 10% adalah kadar yang mampu mencapai sifat daripada *marshall* dan hasil analisis *Indirect Tensile Strength* diperoleh nilai 79.147,74 Kpa pada kadar *slag* nikel 10% dan Kuat tarik pada nilai tersebut tidak langsung maksimum [10].

METODOLOGI

A. Pengambilan dan Persiapan Limbah Marmer

Lokasi pengambilan Limbah Marmer berasal dari PT. Tondong Jaya Marmer. Bulutallue, Kecamatan Tondong Tallasa, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan. Tempat pengambilan limbah ini diperkirakan berjarak sejauh 15 kilometer dari pusat kota.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Limbah Marmer

B. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Limbah Marmer diuji untuk mengetahui keausan agregat, berat jenis curah dan penyerapan air agregat kasar, analisa saringan, material lolos saringan no. 200, kadar lumpur agregat halus, partikel pipih dan lonjong dan kelekatan agregat.

C. Pemeriksaan Karakteristik Aspal dan *Filler*

Pada pengujian aspal dilakukan pengujian Penetrasi sesuai SNI 06-2456, Uji Titik Nyala SNI 2433-2011, Berat Jenis Aspal Keras SNI 2441-2011, Pengujian Daktalitas pada 25°C SNI 2432-2011, Pengujian Titik Lembek (°C) SNI 2434-2011, Pemeriksaan Berat yang Hilang (%) SNI-06-2441-1991 dan Pengujian Penetrasi pada 25°C *TFOT* SNI-06-2440-2011. Untuk Pengujian Berat Jenis Bahan *Filler* menggunakan SNI 03-2417-1991.

D. Pembuatan Benda Uji

Agregat kasar dan agregat halus, *filler*, dan bahan pengikat aspal adalah bahan dari benda uji ini. Ada 5 variasi kadar aspal yang digunakan, variasi kadar aspal dimulai dari 5,5% sampai dengan 7,5% dengan total 18 benda uji. Untuk *marshall* konvensional 3 benda uji untuk setiap variasi dan *marshall immersion* 3 benda uji.



Gambar 2. Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Agregat

Hasil uji untuk analisa saringan agregat kasar, agregat halus dan PAN mampu mencapai ketentuan Bina Marga. Untuk pengujian *abration* pada Fraksi A 12,58%, Fraksi B 10,54%, Fraksi C 12,27%, dan Fraksi D 2,18%. Untuk pengujian *Bulk* 2,87%, berat jenis *SSD* 2,90%, berat jenis semu 2,95% dan penyerapan air 0,90% pada agregat kasar dan *Bulk* 2,62 %, berat jenis *SSD* 2,66 %, berat jenis semu 2,73 % dan penyerapan air 1,53 %. Pada uji *sand equivalen* diperoleh 92,95% dan kadar lumpur 7,05%. Untuk uji partikel pipih dan lonjong diperoleh indeks kepipihan 9,92%, 8,95%, 7,76% dan indeks kelonjongan 9,84%, 9,09%, 5,40%. Pada pengujian kelekatan agregat terhadap aspal diperoleh nilai kelekatan 95%.

B. Karakteristik Aspal dan Filler

Pengujian Penetrasi pada 25°C diperoleh hasil uji 64,3 dan 240°C pada uji Titik Nyala, Pengujian Titik Lembek dengan 55°C dan Berat Jenis Aspal 1,033 gr/cc. Untuk hasil uji Daktilitas pada 25°C didapatkan 150 cm dan 0,126 untuk pemeriksaan berat yang hilang serta 56,1 untuk hasil pengujian Penetrasi pada 25°C *TFOT*. Untuk hasil pengujian berat jenis *filler* diperoleh hasil 3,39%.

C. Marshall Konvensional

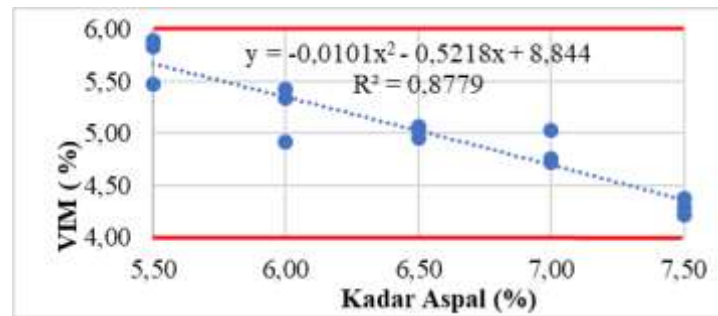
Dari hasil pengujian *marshall konvensional HRS-Base* dengan penggunaan kadar aspal sebanyak 5 variasi yaitu 5,5%, 6%, 6,5%, 6,5% dan 7,5% diperoleh hasil pengujian data karakteristik campuran dan seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall*

Kadar Aspal	Min 4-6(%)	Min 600	Min 68	Min 250	Min 17	Min 2
	<i>VIM</i>	Stabilitas	<i>VFB</i>	<i>MQ</i>	<i>VMA</i>	<i>Flow</i>
5,50	5,47	1144,18	70,12	320,50	16,80	3,89
5,50	5,83	1141,97	68,58	320,78	17,12	3,86
5,50	5,89	1140,86	68,32	321,37	17,17	3,87
6,00	5,34	1229,39	70,08	384,18	17,85	3,20
6,00	5,42	1230,49	69,75	378,61	17,91	3,25
6,00	4,92	1233,81	71,84	376,16	17,48	3,28
6,50	4,95	1355,53	73,48	473,96	18,66	2,95
6,50	5,03	1356,64	73,14	472,70	18,73	3,00
6,50	5,06	1354,43	73,01	467,04	18,76	2,90
7,00	5,02	1249,30	74,72	390,41	19,87	3,20
7,00	4,72	1248,20	75,93	396,25	19,62	3,15
7,00	4,75	1247,09	75,80	383,72	19,64	3,25
7,50	4,30	1201,72	78,95	348,32	20,40	3,82
7,50	4,22	1202,83	79,27	349,66	20,34	3,88
7,50	4,38	1203,93	78,62	351,00	20,47	3,85

1. *VIM*

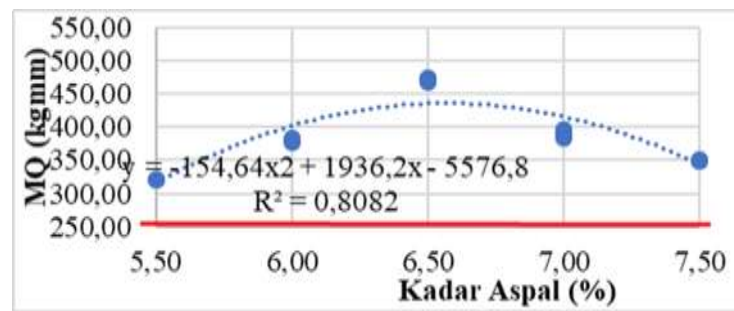
Berdasarkan Tabel 1 nilai *VIM* memenuhi persyaratan. Kadar aspal 5,5% - 7,5% didapatkan *VIM* antara 5,73% - 4,30%. Apabila kadar aspal semakin banyak digunakan penurunan nilai *VIM* akan terjadi, begitu juga dengan sebaliknya. Ini bisa terjadi disebabkan karena aspal dapat mengisi partikel agregat dan rongga agregat.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji VIM

2. MQ

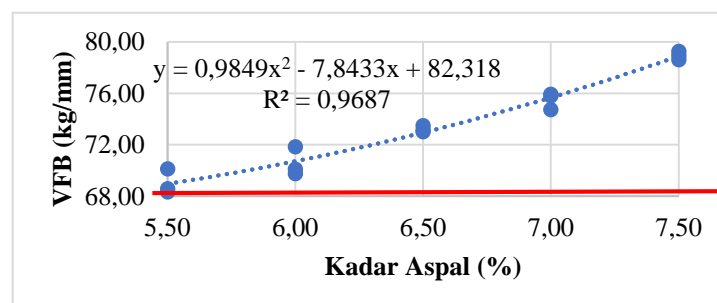
Penggunaan kadar aspal 5,5% - 7,5% didapatkan hasil nilai *MQ* dari 320,88 kg/mm sampai dengan 471,23kg/mm. Kadar aspal yang berlebihan penggunaannya bisa membuat nilai *MQ* menurun. Ini bisa terjadi karena nilai *flow* berbanding terbalik dengan nilai stabilitas. Stabilitas yang besar memiliki *flow* kecil maka *MQ* akan meningkat begitupun sebaliknya.



Gambar 4. Grafik Hasil Uji MQ

3. VFB

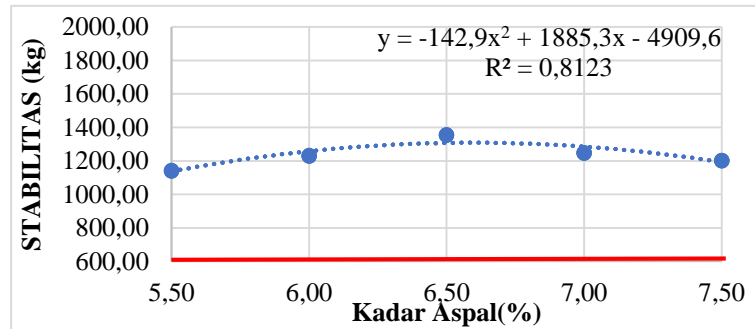
Menurut grafik pada Gambar 5 bisa dilihat semua nilai *VFB* memenuhi ketentuan. Kadar aspal 5,5% - 7,5% yang digunakan memperoleh nilai *VFB* antara 69,01% - 78,95%. Nilai *VFB* akan menurun ketika penggunaan kadar aspal semakin sedikit, begitupun sebaliknya. Ini bisa terjadi dikarenakan kadar aspal yang digunakan sedikit maka dampaknya yaitu dalam campuran, rongga-rongga semakin sedikit terisi aspal. Sebaliknya dengan kadar aspalnya yang semakin meningkat akan membuat peningkatan pada nilai *VFB*, karena rongga campuran semakin banyak terisi aspal dari adanya peningkatan kadar aspal dalam campuran.



Gambar 5. Grafik Hasil Uji VFB

4. Stabilitas

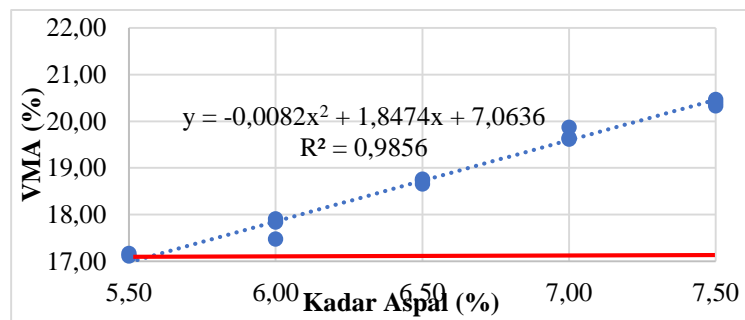
Dari data di atas diketahui nilai Stabilitas memenuhi ketentuan. Adapun penggunaan kadar aspal berkisar dari 5,5% - 7,5% kemudian dari pengujian ini nilai Stabilitas diperoleh antara 1142,34 kg – 1355,53 kg. Pada Gambar 6 bisa dilihat apabila penggunaan kadar aspal sedikit, maka dampaknya ialah penurunan nilai stabilitas dikarenakan tebal lapisan aspal sangat tipis. Hal ini juga bisa membuat kurangnya agregat saling mengikat dan ketika diberikan beban, maka ikatan antar agregat akan terlepas.



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Stabilitas

5. VMA

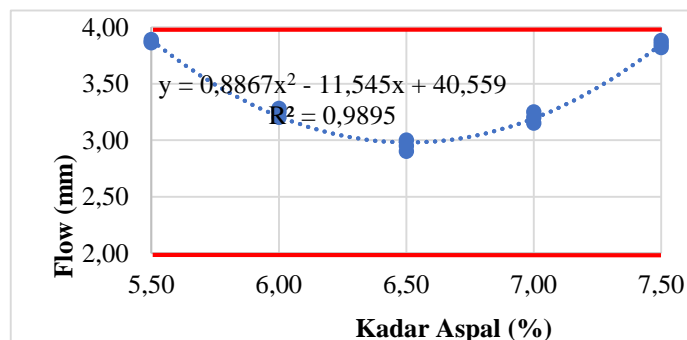
Semua nilai VMA memenuhi ketentuan untuk penggunaan kadar 5,5% - 7,5% dimana hasil pengujian berkisar 17,03% - 20,40%. Berdasarkan Gambar 7 dapat ditarik kesimpulan penggunaan kadar aspal dengan fungsinya sebagai pengisi rongga mampu menaikkan hasil uji dari VMA. Hasil pengujian ini dipengaruhi oleh suhu pemadatan.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji VMA

6. Flow

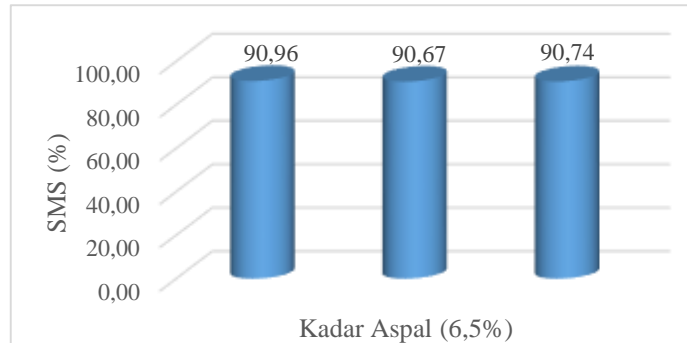
Semua nilai flow memenuhi ketentuan untuk penggunaan kadar 5,5% - 7,5% dengan VMA antara 2,95% - 3,85%. Besarnya penggunaan aspal dapat berpengaruh terhadap nilai kelelahan. Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai kelelahan maksimum terjadi pada kadar 6,5%. Hal ini disebabkan oleh komposisi campuran untuk agregat halus yang lebih besar sehingga menjadi lebih padat karena saling mengunci antara agregat.



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Flow

D. Stabilitas Marshall Sisa

Berdasarkan pengujian laboratorium pada *Immersion Test* untuk Stabilitas *Marshall* Sisa didapatkan hasil uji 90,79 % untuk sampel *HRS-Base* dengan penggunaan 6,5% sebagai kadar aspal optimum pada penelitian.



Gambar 9. Hasil Uji Stabilitas *Marshall* Sisa

KESIMPULAN

Karakteristik uji material berupa agregat, *filler* dan aspal didapatkan hasil uji dengan menggunakan agregat Limbah Marmer untuk campuran *HRS-Base*, dinyatakan memenuhi ketentuan Bina Marga tahun 2018 mengenai spesifikasi umum. Komposisi campuran *HRS-Base* dengan menggunakan agregat Limbah Marmer dan KAO 6,5% dengan agregat halus 65,58%, agregat kasar 21,6% dan *filler* sebesar 6,76%. Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan hasil uji *VIM*, *VMA*, stabilitas, *flow*, dan *VFB* telah sesuai ketentuan Bina Marga 2018. Untuk Stabilitas *Marshall* Sisa didapatkan hasil sebesar $90,79\% \geq 90\%$.

REFERENSI

- [1] Thanaya, "Studi Karakteristik Campuran Hrs-Wc Dengan Agregat Dilapisi Plastik Tipis Bekas," *Jurnal Spektran*, vol. 7, no. 2, pp. 147-154, 2019.
- [2] M. Salim and H. Gunawan, "Variasi Persentase Abu Batu Terhadap Karakteristik Marshall Dalam Campuran Hrs Base," *Jurnal GRADASI TEKNIK SIPIL*, vol. 5, no. 2, pp. 96-102, 2021.
- [3] Hermansyah, B. W. Putra and O. W. Widiensyah, "Meningkatkan Nilai Rongga Stabilitas Dan Flow Campuran Aspal HRS-WC Dengan Memanfaatkan Sekam Padi," *JURNAL KACAPURI*, vol. 5, no. 1, pp. 330-340, 2022.
- [4] P. D. Pratiwi, "Substitusi Filler Dengan Limbah Karbit Terhadap Campuran Aspal Panas Hot Rolled Sheet – Base Course (HRS-BC)," *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 4, no. 3, pp. 519-532, 2021.
- [5] G. T. S., B. Wedyantadji and T. H. Nainggolan, "Pemanfaatan Limbah Pecahan Batu Marmer Sebagai Pengganti Agregat 10/10 Pada Campuran Ac-Wc (Asphalt Concrete – Wearing Course) Terhadap Nilai Karakteristik Marshall," *Student Journal GELAGAR*, vol. 2, no. 2, pp. 1-9, 2020.
- [6] W. Arifin, Y. Nurtamsari and A. N. Samampa, "Pengaruh Limbah Batu Marmer sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton Terhadap Kuat Tarik Tidak Langsung," *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 4, no. 3, pp. 228-236, 2019.
- [7] A. S. Amal and W. Saputra, "Pemanfaatan Limbah Abu Marmer Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Lapis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) B," *Media Teknik Sipil*, vol. 16, no. 2, pp. 67-78, 2018.

- [8] A. L. Bolung, T. K. Sendow and J. E. Waani, "Perbandingan Kriteria Marshall Pada Campuran Aspal Panas (HRS-WC) Yang Menggunakan Asbuton Modifikasi (Retona Blend 55) Dengan Aspal Penetrasi 60/70," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, no. 11, pp. 1537-1546, 2019.
- [9] D. P. Randelabi, R. Rachman and Alpius, "Pengujian Karakteristik Campuran HRS-Base Menggunakan LGA Sebagai Pengganti Aspal Minyak," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 16-22, 2020.
- [10] Syharuddin, S. M. Hafam and A. Alifuddin, "Pengaruh Variasi Slag Nikel Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus pada Campuran Lapisan Aspal Beton," *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 6, no. 2, pp. 101-107, 2021.