

## **Durabilitas Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar Menggunakan Limbah *Gypsum* Sebagai Substitusi *Filler***

Deyana Shentikke Batara Musu<sup>\*1</sup>, Robert Mangontan<sup>\*2</sup>, Alpius<sup>2</sup><sup>3</sup>

<sup>\*1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia  
[deyanabatara@gmail.com](mailto:deyanabatara@gmail.com)

<sup>\*2,3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia<sup>2</sup>  
[robertmangontan52@gmail.com](mailto:robertmangontan52@gmail.com)<sup>\*2</sup> dan [alpiusnini@gmail.com](mailto:alpiusnini@gmail.com)<sup>\*3</sup>

**Corresponding Author:** [alpiusnini@gmail.com](mailto:alpiusnini@gmail.com)

### **Abstrak**

Pada kenyataannya kebanyakan konstruksi lapisan perkerasan jalan mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh genangan air hujan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui durabilitas campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar yang menggunakan limbah *gypsum* sebagai substitusi *filler*. Hasil Penelitian, melalui uji perendaman *marshall* dengan proporsi limbah *gypsum* sebagai substitusi *filler* semen, yaitu 25% : 75% dengan kadar aspal 6% dan variasi waktu perendaman, yaitu 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, dan 60 jam. Hasil pengujian campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar mendapatkan durabilitas antara 97,99% - 92,31%. Nilai durabilitas relatif menurun seiring dengan bertambahnya waktu perendaman, karena banyaknya rongga atau pori-pori campuran yang terisi oleh air sehingga campuran mudah mengalami kerusakan.

**Kata kunci:** Durabilitas, *Stone Matrix Asphalt*, *Marshall*

### **Abstract**

*In fact, most of the construction of road pavement layers are damaged due to rainwater puddles. This study was intended to determine the durability of the Coarse Stone Matrix Asphalt mixture using gypsum waste as a filler substitution. The results of research, through the marshall immersion test with the proportion of gypsum waste as a cement filler substitution, namely 25%: 75% with 6% asphalt content and variations in immersion time, namely 12 hours, 24 hours, 36 hours, 48 hours, and 60 hours. The test results for the Coarse Asphalt Stone Matrix mixture obtained durability between 97.99% - 92.31%. The relative durability value decreases with increasing immersion time, due to the large number of cavities or pores of the mixture filled with water so that the mixture is easily damaged.*

**Keywords:** Durability, *Stone Matrix Asphalt*, *Marshall*

## **PENDAHULUAN**

Lapisan perkerasan jalan merupakan bagian utama dari struktur konstruksi jalan. Banyak jalan yang mengalami kerusakan sebelum mencapai umur layanan, kerusakan tersebut meliputi retak, distorsi, berlubang, dan pengelupasan pada permukaan [1]. Campuran *Stone Matrix Asphalt*, dirancang untuk mengatasi masalah kerusakan roda saat aus, tetapi dengan daya tahan yang baik dan umur yang panjang. Dalam prakteknya, kelemahan campuran SMA adalah campuran cenderung mengalami aliran aspal keluar dari agregat pada kondisi temperatur tinggi, sehingga mengurangi ketebalan aspal yang menutupi agregat. Dengan bertambahnya penduduk, perkembangan jalan raya saat ini sangat pesat, sehingga

kebutuhan akan infrastruktur transportasi yang aman, nyaman serta mudah juga semakin meningkat. Salah satu campuran bitumen yang memiliki kandungan bitumen lebih tinggi dan dapat memenuhi sifat mengisi rongga dengan bitumen agar tahan terhadap oksidasi adalah campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA).

Dalam penelitian sebelumnya yang membahas tentang “Pengaruh Penggunaan Limbah *Gypsum* sebagai Substitusi *Filler* pada Campuran *Stone Matrix Asphalt* (SMA) Kasar”. Penelitian yang dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa limbah *gypsum* dapat digunakan sebagai substitusi *filler* pada campuran perkerasan jalan karena memenuhi standar Spesifikasi Bina Marga, akan tetapi durabilitas untuk campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar yang menggunakan limbah *gypsum* belum diteliti<sup>[1]</sup>.

Limbah *gypsum* biasa ditemukan dari pabrik industri profil *gypsum*. Dalam *gypsum* terdapat kandungan kalsium dengan kadar yang mendominasi dari mineralnya, dengan kandungan kalsium tersebut *gypsum* cocok untuk pencampuran antar tanah lempung yang dapat meminimalisir keretakan pada tanah. Pada penelitian ini memanfaatkan limbah *gypsum* sebagai bahan pengisi (*filler*), yang akan disubstitusikan dengan *filler* semen diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar dengan mengetahui durabilitas campuran melalui pengujian *Marshall*. Kadar aspal yang tinggi memiliki keuntungan dalam ketahanan terhadap retak leleh yang baik (durabilitas). Pengujian durabilitas campuran pada umumnya dilakukan dengan pengujian perendaman *Marshall*<sup>[2]</sup>.

Dari latar belakang tersebut, sehingga dilakukan penelitian yang merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya (Soean, 2020) dengan membuat penelitian lanjut dalam bentuk tugas akhir dengan judul “Durabilitas Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar Menggunakan Limbah *Gypsum* sebagai Substitusi *Filler*”<sup>[3]</sup>.

Dengan penambahan serat selulosa maka hasil penelitian di dapatkan 0,2 % dan 0,4 %. [2]. Tingginya nilai viatop maka semakin tinggi juga nilai titik lembek aspalnya yang menjadikan aspal tidak padat. Perolehan tertinggi terjadi di kadar aspal 5,5% untuk titik lembek dan 0,6%/60,2°C untuk kadar viatop<sup>[4]</sup>. Hasil penelitian SMA Kasar dengan mesin *marshall* metode tes *Marshall Konvensional* diperoleh VIM : 4,06%, VMA : 19,25%, stabilitas : 97,53 kg, dan *flow* : 2,70mm<sup>[5]</sup>.

Penggunaan kadar aspal 7% dapat mencegah air masuk ke dalam campuran daripada kadar aspal yang lainnya. Berdasarkan tes uji *Marshall Immersion* diperoleh nilai 96,30% di kadar aspal 7%<sup>[6]</sup>.

Pengujian dengan menambahkan serat rami mempengaruhi nilai KAOnya yang menjadikan 0,2% serat rami sebagai KAO dari campuran<sup>[8]</sup>.

Berdasarkan hasil pengujian, durabilitas tertinggi terdapat pada campuran 100% dengan hasil 90,60% yang menggunakan AC Pen. 60/70, dan untuk kombinasi 75% AC Pen 60/70 mencapai 85,23% [3].

Rancangan komposisi campuran AC-BC didapatkan agregat kasar : 36,75%, agregat halus : 50,00%, *filler* : 5,75% yang nilai KAO : 7,50%. Semua pengujian memenuhi spesifikasi yaitu stabilitas, *flow*, VIM, VMA, dan VFB. Nilai stabilitas *marshall* sisa pada hasil pengujian *Marshall Immersion* pada campuran AC-BC memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, yaitu 97.68% > 90% [4].

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini juga membutuhkan berbagai referensi mengenai Durabilitas Campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar. Bahan yang perlu disiapkan sebelum memulai penelitian ialah agregat kasar, agregat halus, aspal, dan *filler*. Tahapan penelitian ini berawal dari pemeriksaan karakteristik agregat, aspal, dan *filler* (data sekunder). Selanjutnya ke tahap rancangan komposisi campuran *Stone Matrix Asphalt* Kasar, kemudian menentukan berapa proporsi perbandingan *filler* semen dan limbah *gypsum* dengan variasi perendaman

½jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, dan 60 jam, lalu ke proses pembuatan benda uji yang di mana agregat dan *filler* di setiap komposisi dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 150°C. Aspal yang telah dipanaskan diambil, lalu ditimbang kemudian dicampurkan dengan agregat dan *filler* yang sudah dipanaskan sebelumnya. Setelah aspal, agregat, dan *filler* tercampur, kemudian dimasukkan ke dalam silinder, dan siap untuk pembuatan benda uji yang dilakukan di alat *Mix Design*. Setelah proses diatas, pengujian selanjutnya adalah pengujian *Marshall* di mana untuk mengetahui nilai stabilitas, *flow* dan durabilitasnya.

Begitu pengujian di Laboratorium selesai, maka dilanjutkan ke tahap pengolahan data yang terbagi menjadi analisis dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

## 2. Persiapan Materials

Persiapan material yaitu berupa batu-batuan yang diambil dari Sungai Jeneberang Kecamatan Bili-bili Kabupaten Gowa. Batu yang diambil kemudian dipecahkan menjadi ukuran tertentu yang standar ukurannya yang memenuhi spesifikasi campuran *Stone Matrix Asphalt Kasar*, dan *filler* dari limbah *gypsum* pembangunan kontruksi<sup>[11]</sup>.

## 3. Karakteristik Campuran (Agregat, Aspal, dan Filler) (Data Sekunder)

Pemeriksaan karakteristik yang telah dilakukan menggunakan batu Sungai Jeneberang dan telah lolos Spesifikasi Bina Marga 2018<sup>[12]</sup>.

## 4. Komposisi Campuran SMA Kasar

Komposisi campuran SMA yaitu agregat kasar, aspal, *filler*, serat dan atau polimer dalam suatu ketebalan aspal, sehingga terbentuk suatu campuran aspal yang mempunyai efisiensi tinggi untuk menyalurkan beban roda kendaraan<sup>[14]</sup>. Sesuai dengan perhitungan yang diperoleh, maka komposisi campuran SMA Kasar sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Campuran SMA Kasar

| Kadar aspal (%)       | Campuran SMA Kasar |
|-----------------------|--------------------|
|                       | 6%                 |
| Berat agregat (gram)  | 1128               |
| Berat aspal (gram)    | 72                 |
| Berat campuran (gram) | 1200               |

Sumber : Soean, 2020

## 5. Pembuatan Benda Uji Campuran SMA Kasar

Benda uji yang dibuat yaitu 18 buah, setiap 3 buah untuk setiap jam perendaman di mana jam perendamannya adalah ½jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, dan 60 jam. Bahan yang digunakan merupakan bahan telah lolos uji dan memenuhi spesifikasi.

Tabel 2. Benda Uji Campuran SMA Kasar

| Kadar Aspal (%) | Waktu Perendaman (Jam) | Benda Uji (buah) |
|-----------------|------------------------|------------------|
| 6%              | 0,5 jam                | 3 buah           |
|                 | 12 jam                 | 3 buah           |
|                 | 24 jam                 | 3 buah           |
|                 | 36 jam                 | 3 buah           |

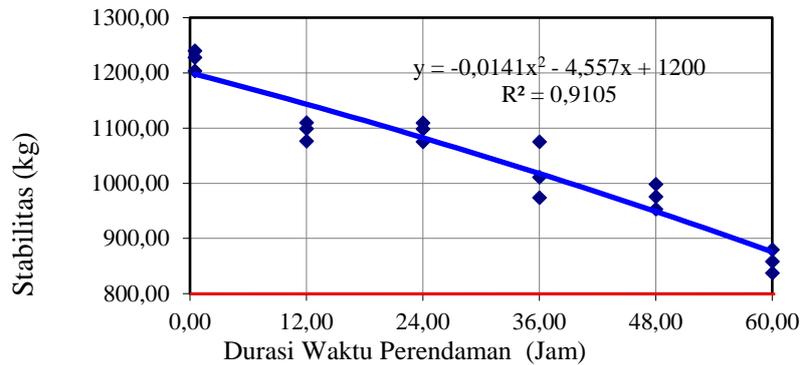
|        |        |        |
|--------|--------|--------|
|        | 48 jam | 3 buah |
|        | 60 jam | 3 buah |
| Jumlah |        | 18     |

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis terhadap stabilitas

Tabel 3. Nilai stabilitas dari pengujian perendaman campuran SMA Kasar

| Durasi Waktu (Jam) | Stabilitas (Min. 800 (Kg)) |
|--------------------|----------------------------|
| 0,50               | 1239,91                    |
| 0,50               | 1227,63                    |
| 0,50               | 1203,08                    |
| Rata – rata        | <b>1223,54</b>             |
| 12,00              | 1109,91                    |
| 12,00              | 1098,70                    |
| 12,00              | 1076,28                    |
| Rata – rata        | <b>1094,96</b>             |
| 24,00              | 1109,24                    |
| 24,00              | 1097,80                    |
| 24,00              | 1074,93                    |
| Rata – rata        | <b>1093,99</b>             |
| 36,00              | 1074,93                    |
| 36,00              | 1010,80                    |
| 36,00              | 973,70                     |
| Rata – rata        | <b>1019,81</b>             |
| 48,00              | 997,80                     |
| 48,00              | 975,38                     |
| 48,00              | 952,95                     |
| Rata – rata        | <b>975,38</b>              |
| 60,00              | 879,35                     |
| 60,00              | 858,16                     |
| 60,00              | 836,97                     |
| Rata – rata        | <b>858,16</b>              |



Gambar 1. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Durasi Waktu Perendaman

Dengan menggunakan waktu perendaman ½ jam – 60 jam untuk campuran SMA Kasar, maka diperoleh nilai stabilitas rata – rata antara 1239,91 kg – 836,97 kg.

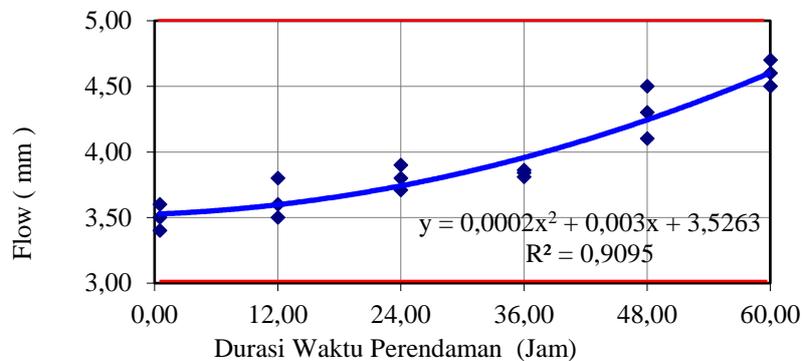
Semakin lama waktu perendaman maka nilai stabilitasnya semakin rendah. Hal ini dikarenakan ikatan antara partikel agregat menjadi lebih lemah dan terpisah satu sama lain sehingga mengakibatkan penurunan nilai stabilitas.

## 2. Analisis terhadap *flow*

Tabel 4. Nilai *flow* dari pengujian perendaman campuran SMA Kasar

| Durasi Waktu Perendaman(Jam) | <i>Flow</i> (2-4 (Mm)) |
|------------------------------|------------------------|
| 0,50                         | 3,40                   |
| 0,50                         | 3,50                   |
| 0,50                         | 3,60                   |
| Rata – rata                  | <b>3,50</b>            |
| 12,00                        | 3,80                   |
| 12,00                        | 3,60                   |
| 12,00                        | 3,50                   |
| Rata – rata                  | <b>3,63</b>            |
| 24,00                        | 3,90                   |
| 24,00                        | 3,71                   |
| 24,00                        | 3,80                   |
| Rata – rata                  | <b>3,80</b>            |
| 36,00                        | 3,84                   |
| 36,00                        | 3,86                   |
| 36,00                        | 3,81                   |
| Rata – rata                  | <b>3,84</b>            |
| 48,00                        | 4,10                   |
| 48,00                        | 4,30                   |
| 48,00                        | 4,50                   |
| Rata – rata                  | <b>4,30</b>            |
| 60,00                        | 4,50                   |
| 60,00                        | 4,60                   |

|             |             |
|-------------|-------------|
| 60,00       | 4,70        |
| Rata – rata | <b>4,60</b> |



Gambar 2. Grafik Hubungan *Flow* dengan Durasi Waktu Perendaman

Penggunaan kadar aspal 6% dan proporsi *filler* limbah *gypsum* 25% terhadap waktu perendaman 0,5 – 60 jam untuk *Stone Matrix Asphalt* Kasar di peroleh nilai *flow* antara 3,50 – 4,60 mm dan nilai rata-rata sebesar 3,95 mm. Dari hasil pengujian ini dapat dilihat bahwa nilai *flow* terkecil yaitu pada waktu 0,5 jam.

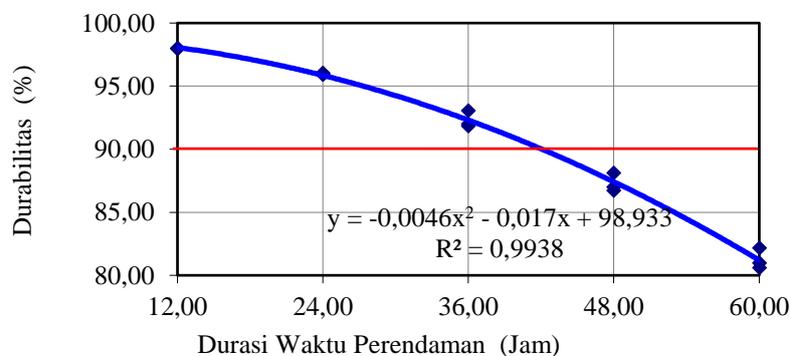
Perendaman dalam waktu kurun lama akan membuat nilai fleksibilitas yang diperoleh semakin besar. Hal ini terjadi karena efek pengikat aspal berkurang akibat penetrasi air ke dalam campuran, sehingga mengurangi kekuatan campuran dan menghasilkan fleksibilitas yang lebih besar. Oleh karena itu, waktu perendaman sebanding dengan nilai *flow*, dan semakin lama waktu perendaman, semakin elastis campuran tersebut.

### 3. Analisis Durabilitas terhadap Durasi Waktu

Tabel 5. Nilai Durabilitas dari pengujian perendaman campuran SMA Kasar

| Durasi Waktu (Jam) | Durabilitas (Min. 90 (%)) |
|--------------------|---------------------------|
| 0,50               | -                         |
| 0,50               | -                         |
| 0,50               | -                         |
| Rata – rata        | -                         |
| 12,00              | 98,02                     |
| 12,00              | 98,00                     |
| 12,00              | 97,96                     |
| Rata – rata        | <b>97,99</b>              |
| 24,00              | 96,04                     |
| 24,00              | 96,00                     |
| 24,00              | 95,92                     |
| Rata – rata        | <b>95,99</b>              |
| 36,00              | 93,07                     |

|             |              |
|-------------|--------------|
| 36,00       | 92,00        |
| 36,00       | 91,84        |
| Rata – rata | <b>92,30</b> |
| 48,00       | 88,12        |
| 48,00       | 87,00        |
| 48,00       | 86,73        |
| Rata – rata | <b>87,28</b> |
| 60,00       | 82,18        |
| 60,00       | 81,00        |
| 60,00       | 80,61        |
| Rata – rata | <b>80,61</b> |



Gambar 3. Grafik Hubungan Durabilitas dengan Durasi Waktu Perendaman

Semakin lama waktu perendaman, maka nilai durabilitas yang didapatkan semakin menurun. Di mana pada waktu pada waktu perendaman 12 jam nilai durabilitas sebesar 97,99%, pada waktu 24 jam nilai durabilitas menurun sebesar 95,99%, pada waktu 36 jam nilai durabilitas menurun sebesar 92,93%, pada waktu 48 jam nilai durabilitas menurun sebesar 87,29% dan pada waktu 60 jam nilai durabilitas terus mengalami penurunan sebesar 81,27%.

## KESIMPULAN

Nilai durabilitas relatif menurun seiring dengan bertambahnya waktu perendaman. Dimana pada waktu pada waktu perendaman 12-36 jam nilai durabilitas memenuhi. Sedangkan pada waktu 48 jam dan 60 jam nilai durabilitas tidak memenuhi. Jadi nilai durabilitas dengan variasi waktu perendaman yang memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, yaitu pada 12 – 36 jam dengan nilai durabilitas >90%. Hal ini disebabkan karena banyaknya rongga atau pori-pori campuran yang terisi oleh air sehingga campuran tidak tahan terhadap air atau tidak kedap air dan mudah mengalami kerusakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Di hadapan Tuhan Yang Maha Esa, penulis selalu mengagumi dan berterima kasih kepada – Nya atas berkat dan kasih yang telah diberikan kepada penulis. Dengan begitu, penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rachman, "The Effect of Immersion and Humidification toward Performance of Hot Rolled Asphalt Mixture," *International Journal of Applied Engineering Research*, vol. 15, no. 5, pp. 503 - 509, 2020.
- [2] N. Suaryana, "Kajian Material Stone Matrix Asphalt Asbuton Berdasarkan Kriteria Deformasi Permanen," *Jurnal Jalan - Jembatan*, vol. 29, no. 2, pp. 06-81, Agustus 2012.
- [3] S. M. Saleh, R. Anggraini, H. and A. Salmannur, "Durabilitas Campuran Beton Aspal Memakai Agregat Karang Gunung dari Sabang dengan Bahan Pengikat Aspal Pen 60/70 dan Retona Blend 55," *Jurnal Transportasi*, vol. 18, no. 2, pp. 127-134, Agustus 2018.
- [4] J. Alfrian, A. and L. E. Radjawane, "Pengujian Karakteristik Campuran AC-BC yang Menggunakan Batu Gunung Baba, Tana Toraja," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 1, Maret 2021.
- [5] F. A. Abdillah, N. Pradani and F. J. Batti, "Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Viatop Pada Campuran Stone Matrix Asphalt Terhadap Titik Lembek Aspal dan Sifat Drain Down Campuran," *Jurnal HPJI*, vol. 4, no. 1, pp. 49-58, Januari 2018.
- [6] M. and Y. Apriyanti, "Analisa Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung," *Jurnal Fropil*, vol. 4, no. 1, Januari-Juni 2016.
- [7] A. Hidayah and S. D. Hartantyo, "Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Gypsum sebagai Bahan Pengganti Filler pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course," *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 4, no. 3, pp. 545-556, Agustus 2021.
- [8] D. P. Umum, Spesifikasi umum 2018, Jakarta: Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan Penelitian dan Pengembangan, 2018.
- [9] R. M. Aminin, A. Hasanuddin and D. J. Koesoemawati, "Karakteristik Marshall Campuran SMA dengan Penambahan Selulosa Serat Kapuk," *Jurnal Rekayasa dan Lingkungan*, vol. 4, no. 1, pp. 72-82, 2020.
- [10] A. and M. S. N. Hadie, "Pengaruh Penambahan Limbah Vulkanisir terhadap Karakteristik Marshall dan Durabilitas Campuran SMA," *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*, Agustus 2018.
- [11] B. A. Audita, R. and D. Elnov, "Pengaruh Penggunaan Bubuk Gypsum Sebagai Filler Dalam Campuran Aspal," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 07, no. 26, pp. April-Jun 2018, 2018.
- [12] O. Marbun, P. and P. Suroso, "Penggunaan Serat Rami (Boehmeria Nivea) untuk Meningkatkan Kadar Aspal dalam Campuran Aspal Bergradasi Senjang," *Jurnal INERSIA*, vol. IX, no. 2, September 2017.
- [13] A. D. Sandabunga, N. Ali and R. Rachman, "Karakteristik Campuran SMA Kasar Menggunakan Batu Sungai Sa'dan Kecamatan Sesean Toraja Utara," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 4, pp. 282-288, 2020.
- [14] R. A. Jansen, N. Ali and R. Rachman, "Pemanfaatan Batu Sungai Sa'dan Toraja Utara Sebagai Campuran Stone Matrix Asphalt Halus," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 2, no. 4, pp. 314-320, 2020.
- [15] A. Alifuddin and W. Arifin, "Analisis Durabilitas Campuran Split Mastic Asphalt (SMA) Terhadap Penggunaan Serat Selulosa (Serat Asbes)," *Jurnal Teknik Sipil Macca*, vol. 5, no. 2, Juni 2020.
- [16] Haris, "Analisis Pengujian Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman," *Jurnal LINEARS*, vol. 2, no. 01, pp. 33-47, 2019.
- [17] R. Rachman, "Inovasi Teknologi Bahan Konstruksi," in *Teknologi Bangunan dan Material*, Makassar, Tohar Media, 2021, pp. 11 - 20.