



## Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Pvc Pada Campuran Laston Lapis Aus

<sup>1</sup>Rahmad Fadillah Rasul, <sup>2</sup>Yusra Aulia Sari

<sup>1,2</sup>Jurusan S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Internasional Batam

<sup>1</sup>fadillahrahmad3@gmail.com

### Abstract

Currently, the construction sector in Batam City in the field of road infrastructure is increasing rapidly. This is a success factor and economic growth in Batam City. Improved road infrastructure provides benefits to all parties such as improving the quality of life, labor productivity, and opening up access to new jobs. The development of increased road infrastructure must also be in line with the improvement of the quality of the road. It is intended that the road that is crossed by vehicles is not easily damaged and can be used according to the age of the plan. On the other hand, the increasing use of PVC plastic also increases waste which is very dangerous for the environment because it is at risk of polluting the environment and threatening health. This study discusses the use of PVC waste as an alternative to improve the quality of the pavement mixture. The PVC waste will be mixed with other mixed constituent materials that have been adjusted to applicable standards. The utilization of PVC waste is expected to reduce the amount of PVC waste. From the results of the study, it was concluded that the different conventional asphalt mixture tests had an average MQ value of 825,769 kg/mm, an average VIM value of 6.8%, an average VMA value of 19.475% and an average VFA value of 77.888%. Meanwhile, the specimens added with PVC waste with percentages of 2%, 4% and 6% respectively had an average MQ value of 734,180 kg/mm, 820,691 kg/mm and 1165,360 kg/mm. The average value of VIM is 7.0%, 6.9%, and 6.7%. The average value of the VMA is 19.575%, 19.213%, 19.352%. The average value of VFA is 78.791%, 85.657%, 84.782%. The MQ and VFA values in asphalt mixture specimens with the addition of PVC powder waste tend to be higher than conventional asphalt mixture specimens, while the VIM and VMA values for all test specimens tend to fluctuate and do not differ much. All test specimens have met the 2018 Bina Marga specifications. Waste PVC powder can be used as an addition to the asphalt mixture for asphalt concrete wearing course. However, further research needs to be done with more varied test objects in order to get more accurate results.

*Keywords: flexible pavement, PVC waste, Asphalt Concrete Wearing Course*

### Abstrak

Saat ini sektor konstruksi di Kota Batam pada bidang infrastruktur jalan raya meningkat pesat. Hal ini merupakan faktor keberhasilan serta pertumbuhan ekonomi di Kota Batam. Peningkatan infrastruktur jalan memberi manfaat kepada semua pihak seperti meningkatnya kualitas hidup, produktivitas tenaga kerja, dan membuka akses lapangan kerja baru. Pembangunan infrastruktur jalan raya yang meningkat juga harus sejalan dengan peningkatan mutu jalan tersebut. Hal ini bertujuan agar jalan raya yang dilintasi kendaraan tidak mudah mengalami kerusakan dan dapat digunakan sesuai dengan umur rencananya. Disisi lain penggunaan plastik PVC yang meningkat juga meningkatkan limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena beresiko mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan. Pada penelitian ini dibahas tentang penggunaan limbah PVC sebagai alternatif untuk meningkatkan mutu pada campuran perkerasan. Limbah PVC tersebut akan dicampur dengan material penyusun campuran lainnya yang telah disesuaikan dengan standar-standar yang berlaku. Pemanfaatan limbah PVC ini diharapkan dapat mengurangi jumlah limbah PVC. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan beda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai rata-rata MQ 825.769 kg/mm, nilai rata-rata VIM 6.8%, nilai rata-rata VMA 19.475% dan nilai rata-rata VFA 77.888%. Sedangkan benda uji yang ditambahkan limbah PVC dengan persentase berturut-turut 2%, 4% dan 6% memiliki nilai rata-rata MQ 734.180 kg/mm, 820.691 kg/mm Dan 1165.360 kg/mm. Nilai rata-rata VIM 7.0%, 6.9%, dan 6.7%. Nilai rata-rata VMA 19.575%, 19.213%, 19.352%. Nilai rata-rata VFA 78.791%, 85.657%, 84.782%. Nilai MQ dan VFA pada benda uji campuran aspal dengan tambahan limbah serbuk PVC cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji campuran aspal konvensional, sedangkan pada nilai VIM dan VMA seluruh benda uji memiliki nilai cenderung fluktuatif dan tidak berbeda jauh. Seluruh benda uji telah memenuhi spesifikasi Bina Marga tahun 2018. Limbah serbuk PVC dapat

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

digunakan sebagai tambahan pada campuran aspal laston lapis aus. Namun perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan benda uji yang lebih variatif agar mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, Limbah PVC, Campuran Laston Lapis Aus

## 1. Pendahuluan

Pada saat ini, sektor konstruksi di Kota Batam khususnya di bidang konstruksi infrastruktur jalan raya meningkat sangat pesat. Hal ini merupakan salah satu faktor keberhasilan serta pertumbuhan ekonomi di Kota Batam. Peningkatan infrastruktur jalan memberi manfaat kepada semua pihak seperti meningkatnya kualitas hidup, produktivitas tenaga kerja, dan membuka akses lapangan kerja yang baru. BP Batam berupaya melakukan pembangunan infrastruktur yang menjadi faktor penting dalam pergerakan barang dan jasa, menitikberatkan pada pada sektor jalan raya [7].

Pembangunan infrastruktur jalan raya yang meningkat juga harus sejalan dengan peningkatan mutu jalan tersebut. Hal ini bertujuan agar jalan raya yang dilintasi kendaraan setiap harinya tidak mudah mengalami kerusakan dan dapat digunakan sesuai dengan umur rencananya.

PVC merupakan salah satu polimer termoplastik setelah polietilena dan polipropilena yang sering dipakai diseluruh dunia. PVC menggunakan bahan baku yang berasal dari minyak bumi terendah dibanding jenis polimer lainnya (Cowd,1991). Setidaknya 50% PVC digunakan sebagai bahan konstruksi. PVC mempunyai sifat kaku dan keras dan memiliki kelebihan murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. Limbah

PVC sangat berbahaya bagi lingkungan. Limbah PVC juga sulit untuk diolah. Biaya pemakaian resin untuk mendaur ulang lebih besar dibanding biaya resin untuk memproduksi PVC baru. Limbah PVC yang tidak dapat diolah akan menumpuk dan beresiko mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan. Pada penelitian ini akan dilaksanakan uji coba apakah limbah potongan PVC dapat dijadikan alternatif untuk meningkatkan mutu pada campuran perkerasan jalan. Limbah PVC yang digunakan merupakan serbuk PVC hasil pemotongan partisi PVC yang sudah tidak digunakan lagi.

Oleh karena itu, sesuai dengan latar belakang tersebut maka akan dilaksanakan penelitian lebih lanjut dengan judul "***Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk PVC Pada Campuran Laston Lapis Aus***"

### 1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang penelitian ini maka diketahui bahwa terdapat permasalahan terhadap peningkatan mutu campuran perkerasan jalan di kota Batam. Kondisi jalan raya yang dilintasi kendaraan kelas ringan sampai kendaran kelas berat membutuhkan struktur jalan yang kuat dan tahan terhadap beban kendaraan yang melintas. Mutu yang tidak sesuai dapat membuat jalan mudah mengalami kerusakan [9].

---

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

Disisi lain penggunaan plastik PVC yang meningkat juga meningkatkan limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Limbah PVC juga sulit untuk diolah. Biaya pemakaian resin untuk mendaur ulang lebih besar dibanding biaya resin untuk memproduksi PVC baru. Limbah PVC yang tidak dapat diolah akan menumpuk dan beresiko mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan [3].

Sehingga, rumusan masalah dari penelitian ini ingin membahas dan menganalisis lebih lanjut terhadap pengaruh penambahan limbah serbuk PVC pada campuran aspal melalui beberapa rumusan masalah diantaranya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan limbah serbuk plastik jenis PVC terhadap karakteristik campuran aspal laston lapis aus?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan penambahan limbah serbuk plastik jenis PVC kandungan 2 persen, 4 persen dan 6 persen?
3. Bagaimana kualitas aspal konvensional dan aspal yang ditambahkan limbah serbuk plastik PVC?.

#### 1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah maka, tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk plastik jenis PVC terhadap karakteristik campuran aspal laston lapis aus.
2. Mengetahui pengaruh perbedaan penambahan limbah serbuk plastik jenis PVC dengan persentase persentase 2%, 4%, dan 6%.

3. Mengetahui kualitas aspal konvensional dan aspal yang ditambahkan limbah serbuk plastik PVC.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian akan digunakan limbah plastik jenis PVC berbentuk serbuk kedalam campuran aspal konvensional dengan kadar 2%, 4%, dan 6% terhadap berat aspal. Masing-masing campuran berjumlah tiga sampel uji sehingga total sampel uji adalah 12 sampel. Pencampuran dilakukan dengan menambahkan serbuk PVC dari proses pencampuran aspal dan agregat dalam wadah yang sama dan dipanaskan serta diaduk hingga merata. Hal ini dikarenakan limbah tersebut berbentuk serbuk dan mudah larut dengan aspal.

**Tabel 1.** Rincian Sampel Benda Uji

Benda Uji	Jumlah
Aspal Konvensional	3 Sampel Uji (1A - 1C)
Aspal Konvensional + 2% limbah PVC	3 Sampel Uji (2A - 2C)
Aspal Konvensional + 4% limbah PVC	3 Sampel Uji (3A - 3C)
Aspal Konvensional + 6% limbah PVC	3 Sampel Uji (4A - 4C)

Sumber: Data Laboratorium (2022)

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini didukung melalui dua jenis teknik pengumpulan data yaitu studi literatur dan pengujian laboratorium.

- a. Studi Literatur, dengan mengumpulkan data seperti informasi yang diperlukan dan teori-teori terkait dari berbagai sumber informasi seperti majalah, buku,

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

penelitian sebelumnya, literatur, dan internet.

- b. Pengujian Laboratorium, dilakukan dengan cara langsung menguji sampel yang dibuat dan data yang diperoleh diolah dan dibandingkan untuk mendapatkan hasil dan kesimpulan. Pengujian dilakukan sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

### 2.3 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Internasional Batam, Sekupang, Kota Batam. Waktu pelaksanaan penelitian terlampir ditabel berikut:

**Tabel 2** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

BULAN	DESEMBER 2021				JANUARI 2022				FEBRUARI 2022			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur												
Persiapan Alat & Bahan												
Pengujian Bahan												
Pembuatan Sampel Uji												
Pengujian Sampel Uji												
Analisa Data												

### 2.4 Prosedur dan Material Penelitian

Prosedur trial mix mengikuti peraturan yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan BS (*British Standards*).

Sedangkan Material yang digunakan sebelumnya diuji volumetrik terlebih dulu agar sesuai dengan spesifikasi yang telah diatur oleh Binamarga (2018). Adapun beberapa material yang digunakan adalah:

- a. Aspal, jenis yang digunakan adalah aspal pen 60/70 dengan merk Cosmic Asphalt.
- b. Agregat halus, berasal dari pasir lokal yang berasal yang telah lolos

kelayakannya sesuai standar SNI yang berlaku.

- c. Agregat kasar, berasal dari batu pecah lokal yang telah lolos uji kelayakan sesuai standar SNI yang berlaku.
- d. Air, air bersih layak konsumsi dan tidak tercemar.

## 3. Hasil Analisis dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Pemeriksaan Material

Sebelum material diimplementasikan maka, dilaksanakan pengujian. Tujuan dari pengujian tersebut yaitu untuk membuktikan bahwa material yang akan digunakan sesuai dengan standar-standar yang berlaku.

Berikut hasil pengujian material:

**Tabel 3** Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Nilai	Syarat
1	Keausan (%)	22.79	Maks.40
2	Berat jenis Bulk	2.9	Min.25
3	Berat Jenis SSD	2.91	Min.25
4	Berat Jenis Apparent	2.93	-
5	Penyerapan (%)	0.27	Maks.3
6	Keletakatan agregat terhadap aspal (%)	100	Min.95

Sumber: Data Pemeriksaan Laboratorium (2022)

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa nilai penyerapan agregat tidak boleh lebih besar dari 3%. Hal tersebut dikarenakan apabila permeabilitas agregat tinggi maka air banyak meresap ke dalam pori-pori agregat kasar sehingga menyebabkan agregat menjadi lembab dan getas.

**Tabel 4** Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Nilai	Syarat
1	Berat jenis Bulk	3.08	Min.25
2	Berat Jenis SSD	3.28	Min.25

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

3	Berat Jenis Apparent	2.93	-
4	Penyerapan (%)	2.80	Maks.3

Sumber: Data Pemeriksaan Laboratorium (2022)

Sebelum digunakan maka, agregat halus harus dipastikan bersih dari lumpur dan unsur-unsur lain dengan cara dicuci dengan air mengalir. Dalam hal ini penentuan material sangat berpengaruh terhadap kualitas campuran perkerasan.

**Tabel 5** Hasil Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pengujian	Nilai	Syarat
1	Penetrasi	62.08	60-70
2	Titik Lembek	65	Min.48
3	Kehilangan Berat	0.59	Maks.0.8
4	Berat Jenis	2.93	Min.1
5	Titik Nyala	253	Min.232
6	Titik Bakar	275	-

Sumber: Data Pemeriksaan Laboratorium (2022)

Berdasarkan hasil pengujian maka, kadar aspal optimum yang digunakan sebesar 6,33% dengan menggunakan metode luas permukaan. Setelah diketahui kadar aspal optimum langkah selanjutnya yaitu pencampuran semua material guna untuk membuat sampel benda uji.

### 3.2 Hasil Marshall Test

Material penyusun sebelumnya dicampur bersama aspal panas lalu dipadatkan menggunakan asphalt compactor kemudian dikeluarkan menggunakan alat *extruder*. Setelah mencapai suhu ruang, benda uji ditimbang untuk mendapatkan berat keringnya, lalu direndam pada waterbath kurang lebih selama 24 jam dengan suhu ruang. Setelah 24 jam benda uji ditimbang

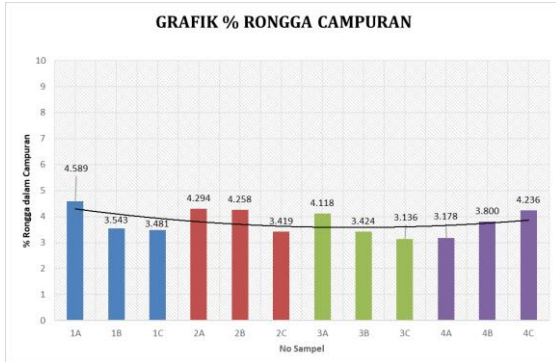
berat jenuh dan berat dalam air. Kemudian benda uji dimasukkan lagi kedalam waterbath yang berisi air selama 30-40 menit suhu 60°C lalu dilakukan *marshall test*.

Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan. Kemudian data hasil pengujian tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai rongga dalam campuran, rongga dalam mineral, rongga terisi aspal dan *marshall quotien*. Berdasarkan hasil pengujian marshall dapat lihat bahwa benda uji yang dicampur dengan limbah PVC memiliki nilai stabilitas lebih tinggi dibanding benda uji konvensional. Benda uji konvensional memiliki nilai stabilitas rata-rata sebesar 3199.667kg. Benda uji dengan tambahan limbah PVC sebanyak 2%, 4%, dan 6% secara berurut memiliki nilai stabilitas rata-rata 3403.051 kg, 3347.613 kg, dan 3966.948 kg. Atau dalam persentase nilai kestabilan benda uji yang ditambahkan limbah PVC secara berurut terjadi kenaikan sebesar 9.083%, 7.306%, dan 27.16%. Terjadi fluktuasi yang besar pada benda uji dengan kadar 6%. Walaupun seluruh benda uji telah memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan nilai stabilitas minimum 800 kg.

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

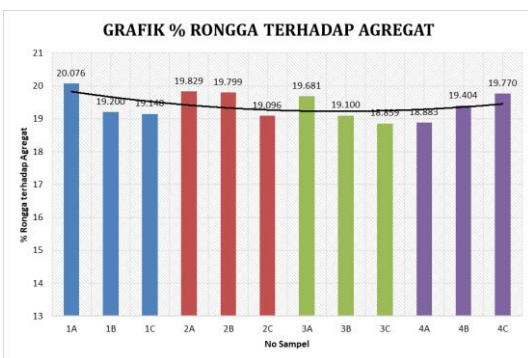
**a. Rongga dalam Campuran / Void in Mixture (VIM)**



**Gambar 1.** Rongga Dalam Campuran

Berdasarkan gambar 1 nilai VIM rata-rata pada benda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai 6.833%, sedangkan benda uji dengan tambahan limbah PVC 2%, 4% dan 6% secara berurut memiliki nilai 7.000%, 6.900%, dan 6.700%. Semua benda uji telah memenuhi spesifikasi Bina Marga, 2018. Syarat minimal nilai rongga dalam campuran yaitu 3 - 5%.

**b. Rongga dalam Mineral / Void in Mineral Aggregate (VMA)**

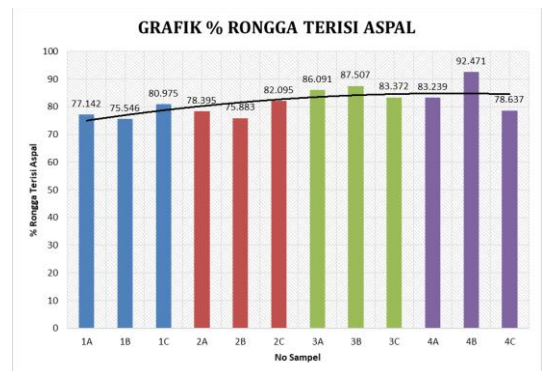


**Gambar 2.** Persen Rongga Dalam Mineral

Berdasarkan gambar 2 maka dapat disimpulkan bahwa, benda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai rata-rata 19.475 %, sedangkan benda uji yang

ditambahkan limbah PVC dengan kadar 2%, 4%, dan 6% memiliki nilai rata-rata 19.575%, 19.213%, 19.352%. Campuran aspal konvensional dan campuran aspal dengan tambahan limbah PVC melewati minimum persen rongga mineral agregat yaitu 15%. Nilai VMA dipengaruhi oleh rongga yang pada benda uji. Jika nilai VMA kecil maka akan menyebabkan aspal yang tidak dapat mengikat secara sempurna pada campuran. Nilai VMA yang tidak melewati batas minimum yang ditentukan maka akan menyebabkan umur campuran aspal tidak sesuai dengan umur rencana.

**c. Rongga Terisi Aspal / Void In Filled with Asphalt (VFA)**



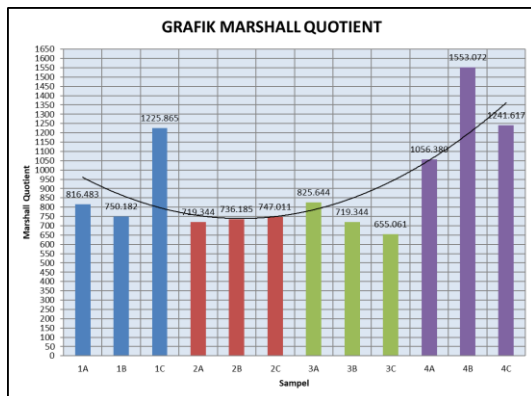
**Gambar 3.** Persen Rongga Terisi Aspal

Berdasarkan Ketentuan Umum Binamarga 2018, persentase rongga minimal yang terisi aspal pada campuran bekas adalah 65%. Jika nilai rongga terisi aspal (VFA) lebih rendah dari persentase minimum, campuran aspal tidak dapat digunakan. Hal ini dikarenakan campuran aspal tidak dapat mengikat agregat dan mengisi celah-celah dengan sempurna.

**Informasi Artikel**

Berdasarkan gambar 3, maka dapat disimpulkan benda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai rata-rata 77.888%, sedangkan benda uji yang ditambahkan limbah PVC dengan kadar 2%, 4%, dan 6% memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi yaitu 78.791%, 85.657%, dan 84.782%. Campuran aspal konvensional maupun campuran aspal konvensional dengan tambahan PVC 2%, 4%, dan 6% memenuhi spesifikasi. Semakin tinggi kadar limbah PVC maka semakin tinggi pula nilai VFA yang diperoleh.

#### d. Marshall Quotient (MQ)



Gambar 4. Marshall Quotient

Berdasarkan gambar 4 Nilai *Marshall Quotient* (MQ) campuran aspal konvensional maupun campuran aspal konvensional dengan tambahan limbah PVC seluruhnya memenuhi spesifikasi. Meningkatnya nilai MQ menandakan campuran aspal memiliki nilai stabilitas yang tinggi. Semakin tinggi nilai MQ, semakin keras campuran dan semakin besar kemungkinan untuk retak.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pada campuran laston lapis aus dengan bahan tambah plastik PVC kadar 2%, 4%, 6% diperoleh beberapa kesimpulan:

- Hasil dari pengujian *Marshall* secara berurut adalah 3199.667kg, 3403.051 kg, 3347.613 kg, dan 3966.948 kg. Terjadi fluktuasi yang besar pada benda uji dengan kadar 6% sebesar 27.16%. Seluruh benda uji telah memenuhi spesifikasi binamarga tahun 2018 dengan nilai stabilitas minimum 800 kg.
- Hasil pengujian rongga dalam campuran (VIM) benda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai rata-rata 6.833%, sedangkan benda uji yang ditambahkan limbah PVC dengan kadar 2%, 4%, dan 6% memiliki nilai rata-rata 7.000%, 6.900%, dan 6.700%. Nilai VIM semua benda uji memiliki persentase yang tidak berbeda jauh.
- Hasil pengujian rongga dalam mineral (VMA) benda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai rata-rata 19.475 %, sedangkan benda uji yang ditambahkan limbah PVC dengan kadar 2%, 4%, dan 6% memiliki nilai rata-rata 19.575%, 19.213%, 19.352%. Berdasarkan spesifikasi

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

Bina Marga tahun 2018 persentase minimum 15%.

- d. Hasil dari pengujian rongga terisi aspal (VFA) benda uji campuran aspal konvensional memiliki nilai rata-rata 77.888%, sedangkan benda uji yang ditambahkan limbah PVC dengan kadar 2%, 4%, dan 6% memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi yaitu 78.791%, 85.657%, dan 84.782%. Sesuai dengan spesifikasi binamarga tahun 2018, persentase minimum rongga terisi aspal pada campuran laston lapis aus yaitu 65%.

#### 4.2 Saran

Sesuai hasil penyusunan artikel ini maka penulis memiliki beberapa saran yang berguna penelitian kemudian hari yang ingin melanjutkan penelitian ini. Adapun beberapa saran dari penulis antara lain yaitu :

- a. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya membuat benda uji lebih bervariasi sehingga mendapatkan ketelitian dari sampel pengujian lebih tinggi.
- b. Diharapkan melakukan pengujian aspal yang ditambahkan material limbah serbuk PVC pada pemeriksaan aspal.
- c. Memastikan alat telah terkalibrasi dan teliti dalam penggunaan alat agar mendapatkan data yang maksimal.

#### Daftar Rujukan

- [1] Afriyanto, B., Indriyati, E. W., & Hardini, P. (2019). Pengaruh Limbah Plastik Low Density Polyethylene Terhadap Karakteristik Dasar Aspal. *Jurnal Transportasi*, 19(1), 59–66. <https://doi.org/10.26593/jt.v19i1.3263.59-66>
- [2] Beycioğlu, A., Kaya, O., Yıldırım, Z. B., Bağrıaçık, B., Dobiszewska, M., Morova, N., & Çetin, S. (2020). Use of GRP pipe waste powder as a filler replacement in hot-mix asphalt. *Materials*, 13(20), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ma13204630>
- [3] BKPP Kabupaten Demak. (2020). *Dampak Negatif Sampah Plastik, Kesehatan Hingga Lingkungan - BKPP Kabupaten Demak*. <https://bkpp.demakkab.go.id/2020/06/dampak-negatif-sampah-plastik-kesehatan.html>
- [4] DIANSARI, S. (2016). Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Poly Ethylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC). *Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan Di RSUD Kota Semarang*, 3, 103–111.
- [5] Gunadi, M., Thanaya, I., & Negara, I. (2016). Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Plastik Bekas Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2), 191–201.
- [6] Salman, N., & Jaleel, Z. (2018). Effects of Waste PVC Addition on The Properties of (40-50) Grade Asphalt. *MATEC Web of Conferences*, 162(September). <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816201046>
- [7] Sari, Y. A. (2021). *Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Serbuk Kaca*. 2(1), 84–98.
- [8] Siregar, N. A. (2019). *Pengaruh Penambahan Plastik Jenis Low Density Polyethylene ( LDPE ) Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC-WC*. 1–63.

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022



[9] Suroso, T. W. (2008a). *Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Pada Perkerasan Jalan*.

[10] Suroso, T. W. (2008b). Pengaruh Penambahan Plastik LDPE Cara Basah dan Cara Kering. *Teknik Sipil*, 3, 208–222.

**Informasi Artikel**

Diterima Redaksi : 07-08-2022 | Selesai Revisi : 30-10-2022 | Diterbitkan Online : 31-10-2022

---